# مجلة جمعية المهندسين المصرية

٢٨ شارع رمسيس – القاهرة ج.م.ع – ت ٥٧٤٠٤٨٨

المجلد الخامس والثلاثون – العدد الأول ١٩٩٦ ردمد ١١١٠ – ١٢٥٣



- تصدر المجلة ربع سنوية
- ترسل النصوص المطلوب موافقة هيئة التحرير على نشرها باسم السيد رئيس التحرير .
- تنشر المجلة المقالات التى تسهم فى رفع مستوى العلوم الهندسية وطرق ممارستها .
- تقبل للنشر المقالات العلمية بإحدى اللغتين العربية أو الانجليزية على الآلة الكاتبة وتبدأ بخلاصة ABSTRACT بكل من اللغتين .
- المجلة غير مسئولة عن الآراء والمحتويات التى تنشر وهى تعبر عن كاتبها فقط .
- تذكر اسماء أصحاب المقالات كاملة باللغتين. ومعها القابهم العلمية ووظائفهم .
- يراعى الا تتجاوز المقالة ٨ صفحات بالمجلة ، وفى سبيل ذلك يختصر الاشتقاق الرياضى ويستعاض عن الجداول بمنحنيات مرسومة بالحبر الشينى الأسود ، على أن يشغل المنحنى نصف صفحة على الاكثر ولا يشغل صفحة كاملة إلا فى حالات استثنائية وسيصغر اىّ منحنى إلى تلك المقاسات .

ويراعى الا يقل ارتفاع الحروف أو الأرقام على المنحنيات المنشورة عن ٣ مم بعد التصغير .

- يعنى بذكر المراجع المستقى منها المقال وتصنف تبعاً لإسم المؤلف ثم العنوان ثم المجلة أو الكتاب وتاريخه .

**اشتراكات المجلة :**

- **داخل البلاد :**

| | |
|---|---|
| الاشتراك السنوى للمهندسين | ٢٠ جنيها |
| الاشتراك السنوى لغير المهندسين | ٥٠ جنيها |
| الاشتراك السنوى للهيئات | ٥٠٠ جنيها |

- **بالخارج :**

للافراد ٧٥ دولار امريكى سنوياً .

وللهيئات ٥٠٠ دولار امريكى سنويا .

وذلك عن الاربع اعداد السنوية ويعامل الواحد بواقع الربع من هذه القيمة .

وتعطى اولوية النشر بالمجلة للسادة الزملاء اعضاء جمعية المهندسين المصرية .

دار الجيل للطباعة تليفون ٥٩٠٤٣٤٣

رقم الايداع بدار الكتب ١٩٨٣/٢٩٨

# محتويات العدد

## القسم العربى :



## القسم الأفرنجى :



# تطور صناعة البترول المصريه
# فى مجال إنتاج واستخدام الغاز الطبيعى ومشتقاته

د. م. حمدى البنبى
وزير البترول

تناولنا فى أعداد مجلة "البترول" سبتمبر ، أكتوبر ١٩٩٤، وفبراير ١٩٩٥ تطور صناعة البترول فى مجالات الاستكشاف والإنتاج ، والتكرير والتصنيع ، والنقل والتوزيع .

وفى هذا العدد نختتم تطور مراحل صناعة البترول المصرية باستعراض تطور إنتاج واستخدم الغاز الطبيعى الذى يمثل بالنسبة لمصرنا العزيزة أمل المستقبل كمصدر نظيف للطاقة . وتجدر الإشارة إلى أن صناعة الغاز الطبيعى ، ورغم أنها جزء من صناعة البترول ، إلا أنها صناعة متكاملة تشمل المراحل الثلاث التى سلفت الإشارة إليها مع اختلاف فى التفاصيل ، حيث يتم البحث عن مكامن للغاز، وفى حالة تواجدها بكميات اقتصادية يتم تنميتها وإعدادها للإنتاج ، ثم تأتى مرحلة إعداد الغاز للاستخدام ، ثم مرحلة النقل والتوزيع.

تطورت صناعة الغاز الطبيعى فى مصر تطورا هائلا فى فترة قياسية من الزمن ، حيث تم فى أواخر الستينات اكتشاف الحقول الغازية الأولى فى مصر ، فى مناطق أبو ماضى وأبوقير وأبو الغراديق كأحد ثمار اتفاقيات المشاركة التى أبرمتها الدولة مع بعض الشركات العالمية فى أوائل الستينات . وبدأ استخدام إنتاج هذه الحقول كأحد مصادر الطاقة فى منتصف السبعينات ، ثم شهد عقد الثمانينات نمواً سريعاً فى الطلب على الطاقة فى البلاد لدفع عجلة التنمية فى مختلف المجالات ، مما شكل ضغطاً شديداً على احتياطيات الزيت الخام ، وهنا ظهرت خاصية الديناميكية التى يتميز بها قطاع البترول ، أى الحركة الدائمة إلى الأمام ، حيث تبنى القطاع فى هذه الفترة سياسة ذات محاور متعددة تمثلت فيما يلى :

أولا : تشجيع الشركات على الاستثمار فى عمليات الكشف عن الغاز وتنميته وإنتاجه من خلال تطوير اتفاقيات الالتزام بإدخال نص جديد يسمح بمعاملة الغاز نفس معاملة الزيت الخام فيما يتعلق باسترداد النفقات واقتسام الإنتاج ، وفى نفس الاتجاه ، ولمزيد من تشجيع هذه الشركات على الاستثمار فى هذه الصناعة ، ولمواكبة تطور قوانين حماية البيئه ، تم فى أوائل التسعينات تعديل طريقة تسعير الغاز فى اتفاقيات الالتزام ، وذلك بربطه بالزيت الخام (خام خليط خليج السويس ) بدلا من ربطه بالمازوت.

ثانيا : استغلال الغاز المصاحب لإنتاج الزيت الخام بدلا من حرقه ، وذلك من خلال إنشاء مشرعات لتجميع هذه الغازات وتوجيهها لخدمة الاقتصاد القومى.

وقد كان أول هذه المشروعات هو مشروع تجميع غازات حقول خليج السويس الذى تم تشغيله على مرحلتين ، الأولى فى عام ١٩٨٣ بطاقة قدرها ٨٠ مليون قدم٣ / يوم ، والثانية فى عام ١٩٨٧ حيث ارتفعت الطاقة الإنتاجية إلى ١٦٠ مليون قدم مكعب / يوم.

ثم تلى ذلك العديد من المشروعات التى تم تنفيذها بمناطق إنتاج الزيت الخام مثل سيناء وخليج الزيت ، وقد كان أحدث هذه المشروعات مشروع غازات عبر الخليج الذى تم افتتاحه فى أواخر عام ١٩٩٤ بطاقة قدرها ١٠٧ مليون قدم٣/يوم.

وتجدر الإشارة إلى أن هذا المشروع تم تصميمه وتنفيذه بأيدى مصريه ، كما يتم تشغيله بمعرفة شركة بترول خليج

السويس (جابكو) .

وتعتبر هذه المشروعات من الركائز الأساسية فى توفير احتياجات البلاد من الغاز الطبيعى – حيث ساهمت حاليا فى توفير أكثر من ١٥٪ من إجمالى الغاز المنتج بالبلاد – فضلاً عن أنها تتيح الاستخدام الأمثل لهذه الثروة الطبيعية .

ثالثا : تهيئة السوق المحلى لاستخدام الغاز وتشجيع عمليات إحلال الغاز محل الوقود المستخدم فى الصناعات والأنشطة القائمة ، بالإضافة إلى تشجيع استخدام الغاز كماده أولية فى عديد من الصناعات ، مثل الأسمدة والبتروكيماويات والحديد والصلب وغيرها ، وذلك بهدف تعظيم العائد الاقتصادى منه.

رابعا : إنشاء العديد من مصانع فصل البوتاجاز عن الغاز لتوفير احتياجات الاستهلاك المحلى من هذا المنتج الحيوى حيث أصبح البوتاجاز المنتج من الغاز الطبيعى يساهم حالياً فى تغطية حوالى ٧٠٪ من استهلاك البلاد من البوتاجاز.

خامسا : تدعيم وسائل نقل الغاز الطبيعى من مناطق إنتاجه إلى مناطق استهلاكه بتطوير خطوط النقل من مجموعة من الشبكات المنفصلة فى أوائل الثمانينات ، يتم مراقبة تشغيلها والتحكم فيها من خلال مراكز مراقبة منفصله ، إلى شبكة موحدة تعرف حالياً بالشبكة القومية للغاز، تبلغ أطوالها حالياً حوالى ٢٦٠٠ كم طولى تقوم بتغذية ٨٠ مستهلكاً رئيسيا مما يضمن مرونة التشغيل واستمرارية تدفق الغاز دون عوائق حتى فى ظروف القوة القاهره ، وهو أمر من الأهمية بمكان بالنسبة للقطاعات المستخدمة للغاز ، وبصفة خاصة حيث يستخدم كمادة خام.

سادسا : إحلال الغاز تدريجياً محل البوتاجاز فى القطاع المنزلى ، وذلك فى المناطق التى يمكن مد شبكات خطوط الأنابيب بها وعمل التوصيلات داخل المنازل.

**ولقد كان من ثمار هذه السياسة متعددة المحاور ما يلى:**

* تزايد الاعتماد على الغاز الطبيعى كمصدر رئيسى من مصادر الطاقه ، حيث ارتفعت نسبة مساهمة الغاز فى إجمالى استهلاك البلاد من المنتجات البترولية والغازات من ١٤٪ فى عام ١٩٨٠/١٩٨١ إلى ٣٤٪ فى عام ١٩٩٣/ ١٩٩٤ ، ولم يكن ذلك ممكناً إلا من خلال العمل الدؤوب لإضافة طاقات إنتاجية جديدة للغاز ومشتقاته سنويا ، حيث ارتفع إنتاج الغاز الطبيعى من ٨٥ بليون قدم٣ فى عام ٨٠/١٩٨١ إلى ٤٢٠ بليون قدم٣ فى عام ٩٣/١٩٩٤ بزيادة نسبتها ٤٠٠٪ تقريبا، كما صاحب ذلك زيادة فى إنتاج البوتاجاز خلال نفس الفترة من ٧٣ آلف طن إلى ٨٠٠ ألف طن، أى تضاعف أكثر من عشر مرات ، وبذلك يصبح إجمالى البوتاجاز المنتج بالبلاد من حقول الغازات ومعامل التكرير حوالى ١,٢ مليون طن عام ١٩٩٣/١٩٩٤ .

* بلغ إجمالى ما تم استهلاكه من ألغاز ومشتقاته ، منذ بدأ استخدامه فى مصر عام ١٩٧٥ حتى نهاية ديسمبر ١٩٩٤ ، حوالى ٨٧٥ مليون برميل زيت مكافئ ، كما بلغت تكلفة الاستثمارات المنفذة فى هذه الصناعة خلال نفس الفترة حوالى ٢,٨ مليار دولار.

* حدوث طفرة كبيرة فى الاحتياطات المؤكدة للغاز حيث ارتفع الاحتياطى المتبقى فى خلال العشر سنوات الماضية من ٨ تريليون قدم ٣ إلى ٢١ تريليون قدم٣ بزيادة نسبتها ١٦٠٪.

* الانتهاء من توصيل الغاز الطبيعى لعدد ٦١٦ ألف وحدة سكنية من خلال شبكة ضخمة من خطوط الأنابيب تبلغ أطوالها حاليا ٩٥٠٠ كيلو متر، مع استمرار الجهود لتوصيل الغاز إلى مزيد من الوحدات السكنية.

* مساندة إنجازات قطاع الكهرباء خلال الخمسة عشر عاما الماضية بتوفير الغاز الطبيعى كوقود لتوليد الطاقة الكهربائيه. ويعتبر قطاع الكهرباء المستهلك الرئيسى للغاز بنسبة ٦٥٪ من إجمالى الاستهلاك ، وقد حل الغاز تدريجياً محل الوقود السائل بحيث أصبح يمد المحطات الحرارية بحوالى ٨٠٪ من احتياجاتها من الوقود لتوليد الكهرباء .

* وأخيراً ، ولعله من أهم ثمار وإنجازات السياسة التى يتبناها قطاع البترول فى مجال صناعة الغاز ، هو تحقيق مزايا بيئية إضافية نتيجة لاستخدام الغاز كبديل للعديد من المنتجات البترولية السائله – تتمثل فى انخفاض نسبة العوادم المنبعثة عن احتراقه بالمقارنة بأنواع الوقود الأخرى ، فالغاز الطبيعى لا يحتوى على شوائب كبريتية تسبب الأمطار الحمضية

وتلوث التربة والمياه الجوفيه ، كما أن نتائج احتراقه من أكاسيد النيتروجين وثانى أكسيد الكربون (الذى يساهم بالدرجة الأولى فى ظاهرة الاحتباس الحرارى ) تقل فى الغاز الطبيعى عنها فى أنواع الوقود الأخرى .

## أهداف مستقبليه

بعد أن تحدثنا عن الماضى والحاضر ، حيث تم إرساء دعائم صناعة الغاز الطبيعى فى مصر على أسس قويه ، فإن قطاع البترول بخصائصه المتميزة لا يمكن أن يكتفى بما تحقق، وإنما ينظر دائما إلى الأمام ، ومن أهم الأهداف التى يسعى قطاع البترول إلى تحقيقها فى المستقبل :

*مزيد من الجهود للكشف عن احتياطيات جديدة للغاز ، ويجرى حالياً إعداد مجموعة من اتفاقيات الالتزام البترولية لاعتمادها من السلطات المختصة للسماح لعدد من الشركات العالمية للعمل فى مناطق الدلتا ومياه البحر الأبيض المتوسط ، وهى من المناطق ذات الاحتمالات الغازية العاليه ، بالإضافة إلى الاستمرار فى جهود التنمية لمواجهة الطلب المحلى المتزايد على الغاز وتحقيق الاكتفاء الذاتى منه ، وتوفير قدر مناسب للتصدير . ويخطط القطاع لتحقيق هذا الهدف فىعام ١٩٩٩/٢٠٠٠ حيث من المتوقع كما تشير الدراسات أن يبلغ الطلب المحلى على الغاز فى ذلك الوقت ١٩٢٠ مليون قدم$^3$/يوم مقابل ١٢٥٠مليون قدم$^3$ / يوم.

* البدء من الآن فى إعداد صناعة الغاز لمرحلة التصدير من خلال تطوير الشبكة القومية للغاز ، ويشمل ذلك إنشاء شركة جديدة تتولى إنشاء خطوط لنقل الغاز كجزء من الشبكة القومية ، وذلك للمساهمة فى تنمية الاكتشافات الصغيرة ، خصوصاً فى مناطق الصحراء الغربيه ، حيث تحجم الشركات عن تنميه هذه الاكتشافات لضخامة الاستثمارات اللازمة لنقل الغاز إلى مناطق الاستهلاك.

* مزيد من التوسع فى الاستخدامات التقليدية للغاز للاستفادة من مزاياه الاقتصادية والبيئيه .

*فتح مجالات جديدة لاستخدامات الغاز كاستخدامه كوقود فى وسائل النقل وأعمال التكييف المركزى فى وحدات الإسكان الإدارى ، ويتم حالياً تنفيذ استخدام الغاز فى هذه المجالات كمشروعات تجريبية لتعميمها فى المستقبل.

ويتضح مما سبق أن صناعة الغاز الطبيعى فى مصر أصبحت تلعب دوراً هاماً فى خدمة الاقتصاد القومى حيث تسهم فى :

١ - تلبية الطلب المتزايد على الطاقة وإتاحة الفرصة لتصدير كميات أكبر من الزيت الخام والمازوت وما يمثله ذلك من زيادة فى موارد الدولة من النقد الأجنبى.

٢ - تدعيم الصناعات الاستراتيجية التى تعتمد على الغاز الطبيعى كمصدر للمادة الخام والطاقة فى نفس الوقت مثل صناعة الأسمدة الأزوتية ، والحديد والصلب، والبتروكيماويات .

٣ - توفير مصدر نظيف للطاقة يشارك فى المحافظة على البيئة وخفض معدلات التلوث.

# رؤية فى التجمعات العمرانية الجديدة بمصر السلبيات والإيجابيات

د. عبد الغنى شعبان عبد العظيم *

## ١- العمران المصرى

تعانى التنمية العمرانية العديد من الاختلالات التى تعرقل النمو الذاتى لها ، ومن هذه الاختلالات وأكثرها فداحة هو الاختلال القائم بين الحجم السكانى والمساحة الأرضية المستغله.

وقد تمخض النمو السكانى السريع مع محدودية المسطحات المستغله ، عن المشاكل الاقتصادية والاجتماعية الخطيرة التى يعانى منها المجتمع المصرى ، ولا شك أن عدم التوازن القائم بين حجم السكان والمساحة الأرضية يمثل تحديا واضحا أمام المخطط الاقتصادي والعمرانى .

فقد حقق النمو السكانى طفرة كبيرة فى حين لم تتغير المساحة السكانية والزراعية والمحصولية بنفس نسب التغير التى طرأت على النمو السكانى ، وتجدر الإشارة إلى أن الأعداد السكانية التى جاوزت ٥٦ مليون نسمة وفقا لبيانات الجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء فى ١٩٩٣/٧/١ ، والتى تتزايد بأكثر من مليون نسمة كل عام ، مازالت تشغل مساحة لا تتعدى ٥,٥٪ من المساحة الكلية حتى وقتنا الحاضر ، ومازالت تستمد قوتها من زراعة ٦ مليون فدان .

**ومن المشاكل الأساسية التى تواجه التنمية العمرانية فى مصر هى :**

- المشكلة السكانيه ، والتى ظهرت نتيجة الزيادة الطبيعية ومعدلات الهجرة من الريف إلى الحضر ، وظاهرة التحضر ، بالإضافة إلى المشكلات الاجتماعية والاقتصادية التى يعانى منها المجتمع المصرى .
- ازدياد تدفق حركة السكان من الريف إلى المدن ولا سيما المراكز الحضرية الهامة بفعل عوامل الجذب والطرد السكانى.
- مشاكل النمو العمرانى السريع للمدن والذى نتج عنه انتشار تجمعات عشوائية هابطة المستوى خارج الحدود الإدارية للمدن ، وظهور مشكلة التعدى على الأراضى الزراعية كوسيلة سهلة للامتداد العمرانى ، بالإضافة إلى خلق مشكلات اجتماعية واقتصادية داخل هيكل المدينه ، وقصور المرافق والخدمات لهذه المدن.
- تفاقم مشاكل المدن الكبرى بسبب تيارات الهجرة المستمرة وتوطن الأنشطة التجارية والخدمية بالمراكز الحضرية الرئيسية خاصة القاهرة والإسكندريه ، وارتفاع الكثافة السكانية فى الأحياء الشعبيه .
- انتشار ظاهرة البطالة المقنعة فى قطاع الخدمات الشخصية والجهاز الحكومى والإدارى ، وتدهور حالة المرافق العامة والبنية الأساسية ووسائل المواصلات ، وقصور العرض الكلى من الوحدات السكنيه ، بالإضافة إلى ظاهرة تلوث البيئة وما تسببه من أضرار صحية للمواطنين ، وانخفاض فى إنتاجيتهم.
- الزحف المطرد للعمران على الأراضى الزراعية والتى تتناقص مساحتها بسبب هذه الظاهرة بمعدل مرتفع يصل إلى حوالى ٦٠ ألف فدان سنويا ، بل إنه من المقدر أن يبتلع امتداد العمران كل عشرين عاما ما يزيد عن مليون فدان إذا استمر الوضع على ما هو عليه حاليا .

**وقد أدى الاختلال القائم بين السكان والمسطح المعمور إلى صعوبة مواجهة تلك المشاكل نتيجة لما يلى :**

- ضخامة حجم المشكلة نظرا للتناقض الصارخ بين النمو السكانى والمسطحات المأهولة سكانيا ، إذ تشير التقديرات

* مدرس بهندسة التخطيط العمرانى - جامعة الأزهر

إلى احتمال بلوغ عدد سكان مصر نحو ٨٤ مليون نسمة عام ٢٠١٠ فى حالة استمرار معدل النمو السنوى الحالى على ما هو عليه (٢,٥٪) فى الوقت الذى لا تزال فيه المساحة المأهولة فى حدود ٥,٥٪ من المساحة الكليه .

- صعوبة التأثير فى المتغير السكانى لارتباطه بقيم دينية واجتماعية وسلوكية متوارثة يصعب تغييرها ، وكذلك صعوبة التأثير فى المتغير الأرضى بسبب التحديات الطبيعية والبيئية والاقتصادية والاجتماعية التى تفرضها ظروف التوطن فى المناطق الصحراويه .

- امتداد الأفق الزمنى لأهداف التخطيط العمرانى ، إذ أنه من المعلوم أن نتائج سياسات التعمير لا تتجلى بشكل واضح إلا فى المدى الطويل (٢٥- ٣٠ سنة) حين الانتهاء من عمليات التشييد واكتمال مقومات الحياة الاقتصادية واستقرار المجتمعات السكانية الجديده .

- كبر حجم الاستثمارات اللازمة للوفاء بمتطلبات التنمية والتعمير وإحجام معظم المؤسسات التحويلية المحلية والدولية عن المشاركة الفعالة فى التمويل لانخفاض العائد المالى من عمليات الإقراض وطول فترة الاسترداد ، ذلك بالمقارنة بالعمليات الاستثمارية والتمويلية للأنشطة الاقتصادية الأخرى.

## ٢- مفاهيم التنمية وحتمية المجتمعات العمرانيه

تستهدف مجهودات التنمية إعادة تشكيل الخريطة العمرانية لمصر بما يحقق التوازى المطلوب بين الأعداد السكانية المتزايدة والمساحات الأرضية المتاحه ، وبما يكفل فى الوقت نفسه الاستغلال الكامل والكفء لإمكاناتنا الطبيعية ومواردنا الاقتصاديه .

وتقوم مفاهيم التنمية العمرانية على عدة محاور أساسية متزامنة من حيث الفكر التخطيطى :

### المحور الأول :

إعادة تخطيط المدن والمراكز الحضرية الهامة بهدف استغلال المساحات الشاغرة داخل الكتلة العمرانية فى التخفيف من حدة الكثافات السكنية المرتفعة التى تعانى منها بعض الأحياء خاصة الشعبيه ، ومعالجة الاختناقات القائمة فى المرافق والمنافع العامة ودرء مخاطر تلوث البيئه ، وذلك بقصد التحكم فى اتجاهات النمو العمرانى مستقبلا ، بحيث لا تتم بصورة عشوائية على حساب الأراضى الزراعية المتاخمه ، وإنما توجه وفقا للمسارات المنشوده .

### المحور الثانى :

تنمية وتعمير بعض المناطق التى لم تحظ بقدر كافى من العناية مثل منطقة الساحل الشمالى الغربى ومنطقة القنال وساحل البحر الأحمر وشبه جزيرة سيناء وبحيرة السد ومنطقة الوادى الجديد بالصحراء الغربيه، وذلك بقصد استغلال الإمكانيات الاقتصادية المتوفرة فى هذه المناطق وفتح آفاق جديدة للعمل أمام الأعداد السكانية المتزايده ، والنهوض بالمستويات المعيشية لقاطنى هذه المناطق ، فضلا عن تدعيم التكامل الإقليمى مع سائر أجزاء المعمور المصرى مع إعطاء دفعة لأقاليم التنمية التى تبشر بإمكانات أفضل .

### المحور الثالث :

إنشاء مجموعة من المدن الجديدة فى المناطق الصحراوية لتكون بمثابة مراكز عمرانية جديدة وأقطاب للنمو بعيدا عن الشريط الضيق لوادى النيل ودلتاه فى محاولة لقهر الصحراء والحد من الزحف العمرانى على الأراضى الزراعيه .

## ٣- أهداف سياسة التوسع العمرانى

بدراسة التطور التاريخى لنشأة المدن الجديدة والتوسع العمرانى أمكن استنباط عدد من الدوافع وراء التوسع وإنشاء تلك المدن ، والتى قد تكون عامة بالنسبة لجميع الدول التى لها تجارب فى إنشاء المدن الجديده ، وتجدر الإشارة إلى أن تلك الدوافع تحركها المشكلات الاقتصادية والاجتماعية والديموجرافية والحضرية والعمرانية التى يعانى منها المجتمع، حيث يجد المخطط فى إنشاء المدن الجديدة وسائل فعالة لتقديم حلول لتلك المشاكل ، وقد يكون هناك أكثر من دافع وراء إنشاء المدينة الجديده ، وإن كان هذا لا يمنع أن يكون هناك دافع وحيد وراء إنشاء كل مدينه ، ومن أهم هذه الدوافع :

- التوسع العمرانى وإنشاء المدن الجديدة بدافع ضبط وتصحيح النمو الزائد للمدن القائمه ، وذلك بهدف التخفيف من تفاقم

مشكلة عدم التوازن بين متطلبات الحياة وقدرة هيكل المدن على إشباعها ، حيث تعانى معظم المدن القائمة وخاصة الكبرى منها من مشاكل عديدة تتمثل فى ارتفاع أسعار الأراضى ، ونقص الإسكان وارتفاع الكثافه ، وانتشار الأحياء المتخلفه ، وامتداد المدن خارج حدودها امتدادا عشوائيا ، وزحف العمران على الحدائق العامة والمسطحات الخضراء ، ونقص الخدمات والمرافق ، وتداخل استخدامات الأراضى ، وتلوث الهواء والماء ، والمشاكل الاجتماعية والأخلاقية والبطاله ، وانتشار الأعمال الهامشيه .

- وتنشأ المدن الجديدة بهدف توجيه النمو الحضرى نحو مناطق معينه ، مجهزة بكافة المرافق والخدمات وبدافع إعادة توزيع السكان على المستوى القومى من خلال خريطة سكانية وعمرانية لمصر .

- كما تنشأ المدن الجديدة بهدف الحد من هجرة السكان إلى المدن القائمة وخاصة المراكز الحضرية الكبرى ، وذلك لتوفير فرص العمل والسكن فى المدن الجديدة التى تنشأ قريبة من مصادر الهجرة الداخلية وبالقرب من الموارد الطبيعية المنتشرة فى الصحارى المصريه .

- وتنشأ المدن الجديدة أيضا بهدف تحقيق التوازن للصناعة والاستثمارات على مختلف الأقاليم بالدوله ، وبدافع تنمية مناطق جديده ، وذلك لتشجيع التنمية الإقليمية وخلق فرص جديدة للاستثمار عن طريق جذب القطاع الخاص لتلك المناطق مع استغلال الموارد الطبيعية التى لم تستغل وإحداث تغيرات جوهرية فى الهيكل الاقتصادى والحضرى لمصر .

- كما تنشأ المدن الجديدة بهدف إنشاء مدن للتجارة الحره ، وتكون قاعدتها الاقتصادية خليطا من الأنشطة الاقتصادية الصناعية التى تشمل مجموعة من الصناعات الثقيلة والخفيفة التى تستفيد من تسهيلات المناطق الحره ، وتنشأ المدن الجديدة أيضا بدافع علاج الآثار التى تتركها الظواهر الطبيعية الطارئه ، مثل السيول والزلازل والبراكين ..... وغيرها .

وعلى الرغم من أن معظم الدراسات أوضحت الدور المحدود للمجتمعات الجديدة فى استيعاب السكان ، حيث تلعب قوى الطرد دورا أساسيا فى تدفق السكان إلى مراكز استقطاب التنميه ، إلا أن ذلك لا يلغى أهميتها كإحدى السياسات الضرورية لإعادة توزيع السكان ، بحيث يتوطن جزء منهم فى أجزاء جديدة من الحيز المتاح ، بالإضافة إلى أن هذه السياسة لها مبررات اقتصادية قويه ، وهى تحقيق أفضل استغلال لأحد عناصر الإنتاج الرئيسى وهو الأرض .

## ٤- السلبيات والإيجابيات فى التجمعات العمرانية الجديده

بمراجعة التطور التاريخى لإقامة وإنشاء التجمعات العمرانية الجديدة نجد أن فكرة إقامة وإنشاء المجتمعات العمرانية الجديدة ترجع إلى الستينات ، عندما اقترح جهاز تخطيط القاهرة الكبرى خطة الإقليم عام ١٩٦٦ بإقامة أربع تجمعات جديدة حول القاهرة على محاور الحركة الرئيسيه ، شمالا على طريق القاهرة / الإسكندرية الزراعى ، وغربا على طريق الفيوم ، وجنوبا على طريق الصعيد ، وشرقا على طريق السويس ، وكان مخططا أن تستوعب التجمعات الأربع بحلول عام ١٩٩٠ مليون نسمه ، ولكن هذه المقترحات لم توضع موضع التنفيذ .

وفى السبعينات ، وبعد حرب أكتوبر ، جاءت فكرة إقامة المجتمعات الجديدة على هيئة سياسة قومية لحل مشاكل التكدس السكانى والصناعى فى الوادى والدلتا ، وتعد الخطوة الأولى الحقيقية فى هذا الاتجاه صدور القرار الجمهورى لسنة ١٩٧٧ بإقامة مدينة العاشر من رمضان على طريق القاهرة / الإسماعيلية الصحراوى فى المنطقة ما بين الكيلو متر ٤٨ إلى الكيلو متر ٦٨ رغم عدم وجود إطار قانونى يحكم ذلك . تلى ذلك صدور قرار جمهورى آخر عام ١٩٧٨ بإقامة مدينة السادات على طريق القاهرة / الإسكندرية الصحراوى عند الكيلو متر ٩٨ ، وفى عام ١٩٧٩ صدر قانون المجتمعات العمرانية الجديدة كإطار قانونى ، استعرض الهيكل الأساسى للتنظيم الإدارى الذى سيستخدم فى تنفيذ سياسة المجتمعات العمرانية الجديده ، كما استعرض الحوافز الاقتصادية لتشجيع الاستثمار ، ولم يتعرض للحيثيات والأسس المستخدمة فى اختيار الهيكل الأساسى أو تفاصيل الدراسات الاقتصادية والمالية ، وبالتالى لا يتعدى القانون سوى تجميع لعناوين مرتبطة بتلك السياسه.

هذا وقد صاحب إصدار القانون عام ١٩٧٩ إقامة مجتمعين جديدين ، هما برج العرب عند الكيلو ٥٥ غرب الإسكندرية والسادس من أكتوبر على بعد ٣٠ كيلو مترا من القاهرة في المنطقة بين طريق الإسكندرية الصحراوى وطريق الواحات المتفرع من طريق الفيوم .

ومع بداية الثمانينات ، بُدئ في إقامة المزيد من المجتمعات الجديدة مثل مدينة دمياط الجديدة ومدينة الصالحيه . تلى ذلك إنشاء ثلاثة مجتمعات جديدة تتمثل في النوبارية والمنيا الجديدة وبنى سويف الجديده ، ثم تلى ذلك إنشاء مدينة أسيوط عام ١٩٨٨ ، وبذلك وصل عدد التجمعات الجديدة خلال عشر سنوات عشرة تجمعات منها أربعة في الجيل الأول ، تتقدم في عمليات الإنشاء بشكل ملموس ، وهى العاشر والسادات وبرج العرب والسادس من أكتوبر ، بينما لا يزال باقى التجمعات في المراحل الأوليه .

هذا وقد اتضح عدم وجود مخطط عام شامل بغياب المفاهيم والأسس التى بنيت عليها سياسة التجمعات العمرانية الجديدة في مصر حيث أن هذه الأسس صيغت بطريقة عامة وفضفاضة بشكل يجعلها تصلح لأى دولة ناميه .

فقد حددت استراتيجية التنمية الإقليمية (١٩٧٨: ١٩٨٢) أهدافا عريضه ، منها تخفيف الضغط السكانى على المدن الكبرى حيث أشارت إلى أن عدد سكان مصر من المتوقع أن يزيد بمقدار ٢٨ مليون نسمة حتى عام ٢٠٠٠ ، يتم استيطان ١٨ مليون نسمة منهم في المجتمعات الجديده ، بينما يمكن استيعاب العشرة ملايين الباقية في مشروعات الاستصلاح ، حيث نجد أن الجيل الأول من المجتمعات الجديدة والتى تعد أكثر تطورا من الجيل الثانى لم تتمكن إلى حد كبير من تحقيق معظم الأهداف ، وليس أدل على ذلك من أنه على الرغم من استثمار ما يزيد على ١,٧ مليون جنيه من المال العام حتى عام ١٩٩٠ في تنفيذ هذه المجتمعات من الجيل الأول ، فإن إجمالى السكان بها حتى عام ١٩٨٦ لم يتعد ١٠٩٨٢ نسمه ، منهم ٨٥٢٨ نسمة في العاشر من رمضان ، بينما يصل عدد سكان مدينة السادات ١٩٢٧ نسمه ، وسكان السادس من أكتوبر يصلون إلى ٥٢٧ نسمه ، أما مدينة برج العرب فلم يكن بها سكان عام ١٩٨٦

وبذلك نجد أن ما تمكنت المجتمعات الجديدة من استيعابه لا يتعدى ٠,١١ ٪ من إجمالى الزيادة السكانية في مصر بين عامى ١٩٧٦ ، ١٩٨٦ ، وما نجحت في تحقيقه من الوجهة السكانية لا يتعدى ٢٪ مما كان مستهدفا .

ومن وجهة النظر الاقتصادية نجد أن المجتمعات العمرانية الجديدة لم تتمكن من توفير سوى ٤٢ ألف فرصة عمل حتى عام ١٩٩٠ بنسبة ١٥,٢٪ من إجمالى فرص العمل المستهدفة والبالغة ٢٧٥ ألف فرصة عمل . هذا وقد استأثرت مدينة العاشر من رمضان على ٢٦ ألف فرصة عمل بنسبة ٦٢٪ من إجمالى فرص العمل ، بينما في مدينة السادات ٤٥٠٠ فرصة وفى برج العرب ٢٥٠٠ فرصه ، وفى مدينة السادس من أكتوبر ٩٠٠٠ فرصه . وقد وجد أن معظم العاملين بالمدن الجديدة يقومون بالسفر إلى محال إقامتهم ، لعدة أسباب منها ارتفاع أسعار الوحدات السكنية وعدم توافر الخدمات .

وبالإضافة إلى المجتمعات العمرانية الجديدة والتى تم إقامتها خارج المناطق المأهولة بالسكان ، فقد تم التفكير في إقامة مجموعة من التجمعات التابعة حول القاهره ، وهذه التجمعات الغرض منها بالدرجة الأولى حسب ما تم تخطيطه ، وقف النمو الحضرى العشوائى للقاهره . ومن هذه المدن التوابع التى تم إنشاؤها عام ١٩٧٨ مدينة ١٥ مايو جنوب القاهرة لتوفير الإسكان والخدمات للعاملين بالمناطق الصناعية بحلوان ، تلى ذلك إقامة مدينتى العبور وبدر كمدن توابع على طريقى القاهرة بلبيس ، والقاهرة السويس عامى ٨٢ ، ١٩٨٣ على التوالى .

كما تم اقتراح إنشاء عشرة مستوطنات داخل الحدود الإدارية لإقليم القاهرة الكبرى ، وذلك لتوفير السكن والخدمات والمرافق لقاطنيها ، وبالتالى تساعد على تخفيف التركز والكثافة السكانية العالية بالقاهره ، إلا أن هذه التجمعات سوف تعتمد على القاهرة لتوفير جزء من فرص العمل لسكانها .

والملاحظ أن هذه التجمعات الواقعة داخل الحدود الإدارية لإقليم القاهرة الكبرى في ظل النمو والامتداد الحضرى السريع للإقليم ، والذى قد يؤدى إلى تحويلها إلى مجرد ضواحى للقاهره . كما أن إقامتها سوف يضع المزيد من الضغوط على مدينة القاهرة من ناحية توفير فرص العمل ، إضافة إلى زيادة

التركز الاقتصادى وزيادة الضغوط والأعباء على الخدمات والمرافق بها وأيضا على شبكة النقل والمواصلات كما يساعد على انتشار المبانى العشوائية فى الأراضى الفاصلة بينها وبين الكتلة العمرانية للقاهرة والجيزه ، كما أنها تساعد على الإقامة بالقرب من القاهرة بدلا من الإقامة بالتجمعات العمرانية الجديدة المقامة بعيدا عن العمران ، مما يؤدى إلى الإحجام عن الانتقال للإقامة بالمجتمعات العمرانية الجديده .

ويمكن تلخيص ذلك بأن إنشاء وتنمية التجمعات التابعة (المستوطنات) تتعارض مع أهداف وسياسة المجتمعات العمرانية الجديده ، وبالتالى لابد من إعادة النظر فى هذا الاتجاه، وخاصة أنها تمثل منافسا أشد جذبا من التجمعات العمرانية الجديده .

## ٤-١ الدراسات والإجراءات الخاصة بإقامة مجتمع عمرانى جديد

لم يحدد قانون المجتمعات العمرانية الجديد لعام ١٩٧٩ الإجراءات والدراسات الواجب اتباعها لإقامة وإنشاء مجتمع عمرانى جديد ، وأدى ذلك إلى عدم الالتزام بوجود دراسة شاملة تؤخذ فى الاعتبار عند تحديد المواقع والوظائف للمجتمعات الجديده ، وعليه ظهر كثير من السلبيات فى اختيار مواقع المدن الجديده ، منها تعارض هذه المواقع مع استخدامات أخرى وخاصة فيما يخص الأمن القومى ، أيضا عدم ملاءمة المواقع للإنشاء ، كوقوع التجمع فى مناطق طفلة أو أى نوع من أنواع التربة التى لا تصلح للإنشاء إلا بتكاليف باهظه .

وذلك يتطلب وضع مجموعة محددة وواضحة من الإجراءات والخطوات التى يجب أن تتبع عند اتخاذ القرار بإقامة مجتمع عمرانى جديد ، وذلك بمشاركة جميع المختصين ، وخاصة من النواحى الأمنية والاستراتيجية والنواحى الجيولوجية والآثار والزراعة وغيرها من التخصصات التى تحكم اختيار الموقع ، لا أن تترك للأهواء والاختبارات العشوائيه .

إن نجاح أى مجتمع عمرانى جديد يعد انعكاسا لحسن اختيار الموقع ، وهناك العديد من الاعتبارات التى تؤثر على عملية اختيار موقع المجتمع الجديد ، من أهمها الأهداف والوظائف المراد تحقيقها من إقامة التجمع الجديد ، وهذه الوظائف تختلف من تجمع لآخر ، يضاف إلى ذلك عوامل أخرى من أهمها :

توافر المياه - شبكة جيدة من النقل والمواصلات - القرب من تجمعات سكنية كبيرة - القرب من إقليم به إمكانيات للتنمية - القرب من الأسواق الكبرى .

إلا أن هناك بعض الاعتبارات والعوامل تتعارض مع بعضها، منها أن يكون الموقع بعيدا بدرجة كافية من المراكز الحضرية القائمة حتى لا يتحول إلى امتدادات حضرية لتلك المراكز .

وبالمقابل يجب ألا يكون فى مواقع بعيدة بدرجة كبيرة من المراكز الحضرية حتى لا تحول أو تحد من إمكانيات نمو تلك المجتمعات أو تطورها .

وبمراجعة العوامل والاعتبارات الواجب أخذها فى الاعتبار عند إقامة مجتمع جديد وخاصة فى تجمعات الجيل الأول :

### أولا - الخصائص الطبيعية للموقع

الخصائص الطبيعية للموقع المقترح لإقامة تجمع عمرانى جديد تؤثر بالإيجاب والسلب على تكاليف إنشاء وإقامة المجتمع، مثل الخصائص الطبوغرافية ونوعية التربة ومناسبتها للإنشاء والوديان ومخرات السيول والجيولوجية والمجارى المائية والبحيرات وعناصر المناخ وخاصة عنصر الرياح .

- الموقع الجغرافى

اختيار الموقع الجغرافى للتجمعات العمرانية الجديدة يحدد مدى نجاح هذه التجمعات فى تحقيق الأهداف المنوطة بها والتى من أهمها توجيه النمو الحضرى إلى عمق الأراضى الصحراوية وجذب الصناعة والأنشطة لمنع تضخم المدن العملاقة وحماية الرقعة الزراعية مع استثمار الموارد الكائنة فى صحارى مصر وسواحلها .

وقد روعى ذلك عند اختيار موقع العاشر من رمضان فى منتصف المسافة على طريق القاهرة والإسماعيلية الصحراوى مما يمكن من جذب الأنشطة والفائض السكانى من شرق الدلتا والقاهره ، وموقع مدينة السادات فى منتصف طريق القاهرة

الإسكندرية الصحراوى ، مما يساعد أيضا فى جذب الأنشطة والفائض السكانى من الدلتا وغربها ومن القاهرة والإسكندرية كما أن الموقع الجغرافى لمدينة برج العرب ، والتى تقع على بعد ٥٠ كم غرب الإسكندرية على طريق الإسكندرية / مطروح فى الأراضى الصحراوية وبالقرب من ميناء الدخيله . أيضا المدن التوأم لمدن الوجه القبلى على الضفة الشرقية لنهر النيل فى كل من بنى سويف والمنيا وسوهاج والأقصر وأسوان ، تساعد على جذب وتوطن العمالة والصناعة بمدن الصعيد .

بينما نجد أن الموقع الجغرافى لمدينة ٦ أكتوبر والعبور والشروق والتجمعات العشرة حول القاهرة ستساعد على تضخم العاصمة وإضافة أعباء جديدة عليها ، كما أن القاهرة الجديدة المزمع إقامتها على الطريق الدائرى وبين طريق العين السخنة والسويس الصحراوى على مساحة ٤٥ ألف فدان لتستوعب ما يقرب من ٥ مليون نسمه ، فإن هذا الموقع سيضاعف من مشاكل القاهرة ويضاعف من تضخمها ويعمل على جذب المزيد من الأنشطة والاستثمارات والسكان من الأقاليم الأخرى من الوجه القبلى والبحرى .

وبذلك نجد أن حسن اختيار الموقع سيساعد على تحقيق الأهداف المنوطة بإقامة المدن والتجمعات الجديده.

الطبوغرافيا

بمراجعة الخصائص الطبوغرافية للموقع فى مدينة العاشر وجد أن تضاريس الموقع تتصف بوجود ميل بسيط من الجنوب إلى الشمال ، والمخطط أخذ السيول فى الاعتبار كما أن نوعية التربة تعد جيدة بصفة عامه ، فيما عدا بعض المناطق تحتاج إلى أساسات عميقه ، وهى تمتد جهة الشمال الشرقى ، وذلك يحد من التوسع والامتداد فى هذا الاتجاه مستقبلا لزيادة التكاليف ، والاتجاه الجنوبى والجنوبى الغربى من المدينة فى حاجة للحماية من العواصف الرملية التى تهب من جهة الجنوب.

أما مدينة السادس من أكتوبر فتقع على هضبة متوسطة الارتفاع (١٨٠: ١٩٠) م تتدرج فى الارتفاع جهة الشمال الغربى ، مما يوفر حماية طبيعية للمدينة من تحركات الرمال . إلا أنه هناك تل رملى يقع على مسافة لا تتعدى ٢ كم موازيا للحدود الغربية للمنطقة الصناعية يعد مصدرا لتحركات الرمال جهة المدينة مما يستلزم زراعة سياج شجرى مكثف للحماية من الرمال المتحركه ، أما عن نوعية التربة فى المدينة فهى متغيرة بشكل كبير كما أن أماكن متعددة من المدينة ظهر بها التربة الطفليه ، وبذلك تحتاج إلى إحلال وأساسات عميقه . مما يزيد من تكلفة الإنشاء ، كما أن ذلك استدعى استبعاد بعض الأراضى داخل الأحياء والمناطق الصناعية لصعوبة التأسيس ، وارتفاع تكلفة الإنشاء .

وفيما يتعلق بموقع برج العرب ، فهو ملائم من وجهة نظر التضاريس كما أن نوعية التربة ملائمة للإنشاء بتكاليف معقولة وعليه فإن موقع المدينة ليس عليه قيود للتنمية الحضرية إلا فى بعض المناطق الصخريه ، والتى سيكون إنشاء المرافق بها بتكلفة مرتفعة نسبيا ، كما أن المدينة ستكون محمية من العواصف الرملية التى تهب من الجهة الجنوبيه ، وذلك لوجود أراضى زراعية فى هذا الاتجاه مما سيقلل من كمية الرمال التى ستحملها هذه الرياح معها .

أما موقع مدينة السادات فيعتبر مرتفعا نسبيا عن المناطق المحيطه ، وهو مستو بشكل عام مع ميول بسيطه ، وخال من الملامح التضاريسية الحادة كما أن الميول تتفق والميول المطلوبة للصرف الصحى .

كما أن التربة من الحجر الرملى والذى يسمح بإقامة المنشآت بتكلفة مناسبة إلا أن الموقع يواجه العواصف الرملية من جهة الشمال والشمال الغربى ، ولذلك أوصى المخطط بتكثيف شجرى بعمق ملائم للحمايه .

وبذلك يمكن القول بأن خصائص الموقع الطبيعية فيما يتعلق بالطبوغرافيا والتربة والجيولوجيا والسيول والمناخ وغيرها من العناصر قد خضعت للدراسة ولكن ليس بالعمق المطلوب ، وذلك لظهور مناطق حادة التضاريس فى بعض المدن ، وتربة غير صالحة للتأسيس إلا بتكاليف مرتفعة وتحركات رملية (عواصف رملية) يصعب معها إمكانيات الرؤيه ، وتؤدى إلى سوء الأحوال الجوية وخاصة فى فصل الشتاء والربيع . وذلك يتطلب سرعة التشجير فى اتجاه هذه المناطق وزراعة الأرض القابلة للاستزراع حول هذه المدن ، مما يحول دون تعرضها

لهذه العواصف ، ويقلل بدرجة كبيرة كميات الرمال التى تحملها الرياح إلى هذه المدن .

وبالنسبة للنواحى الجيولوجية فقد أتضح أن المناطق الصحراوية غير المأهولة تختلف فى ظروف الإنشاء عليها ، عنها فى الوادى والدلتا ، وعليه حدث كثير من المشاكل والانهيارات للمنشآت المستحدثة بالتجمعات والمدن الجديده ، مما يؤدى إلى زيادة تكاليف الإنشاء وتعطيل العمل . وقد يصل الأمر إلى إلغاء المشروع . وللخروج من هذه المشاكل يجب التعرض للأسباب التى أدت إلى ذلك ومنها :

- الدراسات الجيولوجية والجيومورفولوجية توضح مدى الاختلاف فى أنواع الترسيبات فى مناطق المدن والتجمعات العمرانية الجديدة من منطقة لأخرى بل داخل المنطقة الواحدة.

- المعلومات الجيومورفولوجية المتوفرة عن هذه المناطق محدودة للغايه ، وتكاد تكون معدومه ، مما يجعل التعرف عليها وتصنيفها مشكله ، مع عدم الخبرة فى توقع سلوكها والتعامل معها .

- الأراضى الصحراوية معظمها أراضى جافه ، وعند تعرضها للرطوبة يؤدى ذلك إلى تغير مفاجئ وغير متوقع فى سلوكها، مما يتطلب تقويمها بما يناسب ظروف الحياة بهذه المناطق ، وسوف نتعرف على خصائص التربة ومشاكل التأسيس عليها فى بعض المدن الجديدة القابلة للانهيار بدرجات متفاوته ، وذلك لوجود طبقات من الرمل الملتصق بالطينه أو الطمى ومواد أخرى . ومشاكل التأسيس تكون فى قلة الخبرة الفنية فى التعامل مع هذه الأنواع من المشاكل مما يؤدى إلى ارتفاع تكاليف الأساسات ، وعند تجاهلها تؤدى إلى ظهور نفس مشاكل التربة القابلة للانتفاخ ، والأمثلة على ذلك كثيرة.

ففى مدينة ١٥ مايو نجد أن التربة بها طبقات من الحجر الجيرى المتشقق ، والذى يحوى بين طبقاته طبقة من التربة الطفلية القابلة للانتفاخ . وتنحصر مشاكل التأسيس فى أن المنشآت ذات الارتفاع المنخفض تكون حركتها سريعة مع تغير فى التربه ، وعادة ما يكون التغير فجائيا يؤدى إلى التصدع. بينما نجد التربة فى كل من مدينة العبور والشروق قابلة للانتفاخ والانهيار ، إضافة إلى الكثبان الرملية بالقرب من هذه المدن. وهذه الكثبان توحى بأن هناك جيوبا من الرمل السائب الذى قد يؤدى إلى مشاكل فى مرحلة الإنشاء.

وفى مدينة برج العرب نجد أن هناك طبقات من التربة الطينية القابلة للانهيار بدرجات متفاوته ، وذلك لوجود طبقات من الطمى الملتصق بالمواد الجيرية ومواد أخرى وهذا بالطبع يؤدى إلى ارتفاع تكاليف الأساسات.

وفى مدينة المنيا الجديدة وجدت طبقات الحجر الجيرى وهذا النوع من التربة يؤدى إلى الهبوط والهبوط المفاجئ.

وبذلك نجد أن جميع المدن الجديدة أهملت الدراسة الجيولوجية والتى عن طريقها يمكن التعرف على أساليب التعامل مع أنواع التربة المختلفة قبل الإنشاء.

- المياه

يعد توافر المياه عنصرا حاكما وضروريا للتنمية وخاصة فى الأقاليم الصحراوية ، وعليه فإن إقامة المجتمعات العمرانية الجديدة فى المواقع الصحراويه ، يتطلب القيام بالدراسات الخاصة بتوافر مصادر المياه بالتكلفة المقبولة عند اختيار موقع التجمع الجديد ، حتى لا يتطلب الأمر بعد ذلك إعداد وتنفيذ مشاريع كبيرة الحجم عالية التكاليف.

وبمراجعة مصادر المياه لتجمعات الجيل الأول اتضح أن المواقع كانت تختار أولا ثم بعد ذلك يتم البحث عن أقرب مصدر للمياه . ففى مدينة العاشر من رمضان وبعد أن تم اختيار الموقع ، وبدئ فى إعداد الخطط الهيكلية للمدينه ، كانت المجموعة الاستشارية لإعداد الدراسات غير مدركة لنوعيات وكميات المياه الجوفية الموجودة بالمنطقة المحيطة بالمدينه ، حيث أشارت الدراسة إلى أن جميع مصادر المياه أخذت فى الاعتبار، وأن أفضل الحلول هو الاعتماد على مياه ترعة الإسماعيليه ، غير أن المياه الجوفية فى المنطقة القريبة من المدينة جيده ولوثبت ذلك فقد يعد مصدرا قيما للمياه ، إضافة إلى ترعة الإسماعيليه ، وقد تصبح كافية لتوفير احتياجات المدينة من المياه فى المراحل الأولى للتنميه.

وعلى الرغم من أن المدن الجديدة تم إقامتها بالأقاليم الصحراوية لتقليل الاعتماد على وادى النيل ، فإن كل التجمعات

الجديدة التى تم انشاؤها فيما عدا مدينة السادات ، تعتمد على المياه السطحية من النيل ، وذلك يتطلب ضرورة القيام بدراسة المياه الجوفية فى الصحارى المصريه ، الأمر الذى قد يساعد على الإسراع بمعدلات التنمية فى هذه المجتمعات ، وكذلك الاستفادة من الموارد المتاحة الأخرى .

- القرب من إمكانيات التنمية (الموارد)

بدراسة مواقع المدن الجديدة وإمكانيات التنمية ( الموارد المتاحة ) اتضح الآتى :

مدينة العاشر من رمضان تقع فى الصحراء الشرقية ولا تتمتع هذه المنطقة بوجود إمكانيات كبيرة من الموارد الطبيعيه، ولكن وجود ترعة الإسماعيلية بالقرب من المنطقة يسهم فى عمليات الاستصلاح والاستزراع ، ولكن ليس على نطاق واسع ولكن المخطط الهيكلى للمدينة لم يتعرض لهذا النشاط ، فقد ركز على نقل النشاط الصناعى من القاهرة إلى المدينه .

أما مدينة السادس من أكتوبر فتقع بالقرب من منطقة أهرامات الجيزة السياحيه ، مما يجعلها عنصر جذب سياحى ، كما أن وقوعها بالقرب من القاهرة والجيزة ذات التركيز الصناعى والسكانى والخدمى الشديد يجعلها تجذب الصناعة من القاهره .

ومدينة برج العرب تقع فى منطقة تزخر بالمحاجر والزراعة على نطاق واسع ، وبذلك فهى ملائمة وذات جدوى من الناحية الاقتصادية للإنتاج الزراعى ، إضافة إلى الاحتياطيات من الحجر الجيرى والجبس والمسلح إضافة إلى التنمية المستقبلية فى النشاط السياحى والترفيهى على ساحل البحر . أيضا هناك النشاط الصناعى لزيادة تركزه فى الإسكندرية.

أما مدينة السادات فتقع بالقرب من إقليم الدلتا ومن أراضى الاستصلاح بالوادى الجديد وبالتالى يمكن إقامة العديد من الصناعات الغذائية ، وأيضا بالقرب من وادى النطرون ذى الموارد الطبيعية التى يمكن أن تسهم فى التنمية الاقتصادية للمدينه ، إضافة إلى الاحتياطيات الكبيرة حول المدينة من الغاز الطبيعى والطفلة والحجر الرملى والمساحات التى يمكن الاستفادة منها وزراعتها كما أن المدينة تقع على محور تنموى رئيسى (محور القاهرة الإسكندرية الصحراوى).

بذلك نجد أن مدن الجيل الأول لم تستفد من الإمكانيات والموارد المتاحه، كما أن بعضها اختير موقعه فى مواقع ليس بها مقومات وإمكانيات وموارد يمكن الاستفادة منها.

وعليه يجب إعداد مسح شامل للمواد والإمكانيات الكامنة بالصحراء المصرية حتى يمكن الاستفادة منها فى اختيار مواقع المدن الجديده.

## ثانيا - الحجم

تحديد الحجم الأمثل والمناسب للتجمع العمرانى الجديد يعد من أكثر الأمور اختلافا بين المخططين والاجتماعيين والاقتصاديين والمهتمين ، ويرجع ذلك إلى استخدام معايير مختلفة لتحديد الحجم الأمثل من وجهه نظر كل مجموعة فقد أشار برنان عام ١٩٤٩ إلى أن الحجم الأمثل للمجتمع الجديد يجب أن يكون بين ١٠,٠ : ٢٠,٠ ألف نسمة حتى يمكن توفير بيئة اجتماعية ملائمة لسكانها بينما استخدم دانكن عام ١٩٥١، وأوجبرن (١٩٣٧) معيار متوسط نصيب الفرد من تكلفة المرافق فى مدن قائمه لتحديد أكفأ حجم للمجتمع الجديد . وقد وجد أن أكفأ حجم للمجتمع الجديد الذى يخفض تكلفة المرافق إلى أدنى حد ممكن هو بين ٥٠,٠ إلى ١٠٠ ألف نسمة ، إلا أن هذه التقديرات لا يمكن أخذها بشكل مطلق حيث أنها ستختلف من دولة لأخرى ، لأن الخدمات الحكومية وظروف التكلفة تتغير بشكل نسبى (Richardson) عام ١٩٧٢.

أما Duncan عام ١٩٦٠ ، Thompson عام ١٩٦٥ فقد أيدوا فكرة أن تكون المدينة كبيرة الحجم على أساس أن هناك علاقة طردية بين حجم المدينة ودرجة التنوع الاقتصادى الذى تتمتع به وأن الإنتاجية (مقاسة بمتوسط نصيب الفرد من الإنتاج) تميل إلى الزيادة مع زيادة حجم المدينة ، وذلك يرجع بالدرجة الأولى إلى وفورات التركيم.

اختلفت الدول أيضا فى تحديد الحجم الأمثل لتجمعاتها الجديدة حيث أوصت لجنة المجتمعات فى بريطانيا عام ١٩٤٩ أن يكون حجم التجمع الجديد بين ٦٠,٠ : ٨٠,٠ ألف نسمه ، بنى على أساس الحد من الاحتياج للمواصلات الداخلية لقرب مواقع العمل من السكن والمناطق التجاريه ، مع ضرورة وجود اتصال وتفاعل بين المجتمع الجديد والمناطق الخضراء المحيطة به ، وأيضا الإسراع ببرامج التنفيذ عن طريق إنشاء عدد من

المجتمعات متوسطة الحجم ، بدلا من إنشاء عدد صغير من المجتمعات كبيرة الحجم ، كما أن الحجم المقترح يستطع توفير مستوى من الحياة الاجتماعية والثقافية بتكلفة معقوله ، مع إقامة الصناعات بشكل متوازن ومتنوع وخلاق ، لوجود مجتمع يضم كافة الفئات الاجتماعية والاقتصادية والعمرانيه .

بينما فى روسيا ( الاتحاد السوفيتى سابقا) فكان تحديد الحجم الأمثل للتجمعات الجديدة يتم بناءا على أنماط الإنتاج وتقسيماتها وإمكانية توفير خدمات على مستوى مرتفع ، وكذلك مع إمكانية الاستفادة من تكنولوجيا البناء المتاحة بكفاءة- Barnov عام ١٩٦٧ ، وفى الولايات المتحدة الأمريكية يتولى القطاع الخاص إقامة المجتمعات الجديده ، وبذلك يخضع حجمها لأهدافه الاستثمارية وقدراته المالية وتقييم السوق – Golany عام ١٩٧٦ .

وفيما سبق يمكن القول بأن الحجم الأمثل للمجتمع الجديد ليس بالضرورة أن يكون أمثل ، اقتصاديا ، حيث أنه يخضع لمعايير غير كمية مثل الأمن – الأمان – الصحة – الجمال – المنشآت الترفيهية والاجتماعية والروابط الأسريه ، بالإضافة إلى معايير واعتبارات رئيسية متفق عليها من أهمها :

- وظيفة المجتمع والأهداف التى أنشئ من أجلها تحدد أسس وتركيبة المجتمع ، وبالتالى الحجم الأمثل ، حيث أن هناك علاقة طردية بين وظائف المجتمع وحجم سكانه.
- الخدمات والمرافق وخاصة فيما يتعلق بمتوسط نصيب الفرد من تكلفتها والذى يمثل علاقة عكسية مع الحجم حتى يصل إلى مستوى معين ، ثم يبدأ متوسط نصيب الفرد فى الزيادة وبمعدل كبير دون زيادة واضحة فى نوعية الخدمات المقدمة.
- التنوع الاقتصادى والذى يمثل أهمية كبيرة فى تحقيق الاستقرار الاقتصادى للمجتمع الجديد ، وذلك يتطلب حجم أدنى للحجم السكانى ، كما أن الحجم الكبير له مزايا من وجهة نظر الإنتاج وتكامله وضمان توفر عرض مستقر من القوى العاملة – Valenti عام ١٩٦٧ .

وبعد التعرض للاعتبارات النظرية والعملية التى أوصى بها مخططو المدن عن تحديد الحجم الأمثل لمجتمع جديد سيتم تناول التجارب التى اتبعت فى مصر لتحديد أحجام المجتمعات العمرانية الجديده .

ففى المخطط الهيكلى لمدينة العاشر من رمضان إشارة إلى أن يكون الحجم أكبر من ٢٠٠ ألف نسمه ، حتى تستطيع توفير الخدمات للسكان ، وعليه أوصى المخطط العام أن تستوعب المدينة ١/٢ مليون نسمه . كذلك نجد أن المخططات العامة للمدن الجديدة أوصت أن يكون حجم كل منها أكبر من الحجم الأدنى المقترح ، فقد وصل حجم كل من السادات وبرج العرب و١٠ رمضان ١/٢ مليون نسمة بينما كان الحجم المستهدف لمدن ٦ أكتوبر ٣٥٠ ألف ثم تزايد عدة مرات حتى وصل إلى ما يقرب من مليون نسمه .

وهذا يعنى أن الأحجام المستهدفة لهذه المدن خلال الفترات الزمنية التى لا تتعدى ٢٥ عاما ، قد فاقت كل تصور رغم أنه سيتم توفير المرافق والخدمات اللازمة لهذا الحجم السكانى لتلبية احتياجات السكان . والمتوقع لاكتمال حجمها أكثر من مائة عام وليس ٢٥ عاما كما هو مخطط لها .

أما فيما يتعلق بتحديد الحجم تبعا لنصيب الفرد من تكلفة المرافق فهى فرضية عامة تتعلق بانخفاض نصيب الفرد من تكلفة المرافق ، مع زيادة حجم المدينه ، فهذا يوضح مدى العموميه ، وعدم الاعتماد على دراسة موضوعية لتحديد أفضل حجم للمدينه ، والذى يختلف من تجمع لآخر تبعا للموقع وطبيعة التربة وشكل التضاريس . أيضا وظائف التجمعات الجديدة وخاصة الجيل الأول تختلف من تجمع لآخر ، إلا أن ذلك لم يظهر أثره على الأحجام المقترحة لسكان هذه المجتمعات فتخطيط كل من السادات وبرج العرب لتصبح كل منها مركز نمو إقليمى ، والعاشر من رمضان والسادس من أكتوبر ، خطط كل منها لجذب السكان والصناعة من إقليمى القاهرة الكبرى والدلتا . وبالرغم من هذه الاختلافات فى الأنشطة والوظائف لم تؤثر على الأحجام المستهدفه .

وبذلك نخلص إلى أن محددات الأحجام المستهدفة للمدن الجديدة محل الدراسة غير واضحه ، وأن الأحجام المحددة لم تعتمد على أسس أو نظريات اقتصادية أو اجتماعية لتحديد الأحجام الملائمة لهذه المدن الجديده . ومما يؤيد هذه العشوائية ما وصل إليه حجم مدينة ٦ أكتوبر من ٣٥٠ ألف نسمة فى بداية التخطيط إلى ١/٢ مليون ثم إلى ٣/٤ مليون ثم إلى مليون

نسمة عند إعداد التخطيطات التفصيليه ، هذا بخلاف الامتداد الجارى إعداد دراسته ، التى أوضحت مؤشراتها إلى أن حجم المستهدف للامتداد يصل إلى مليون نسمه ، بخلاف التجمعين الواقعين داخل كردون المدينة : الشيخ زايد أ ، ب وتجمع الزهور، والتى من المستهدف أن يستوعب كل منها ١/٢ مليون نسمه ، وبذلك نجد أن مدينة ٦ أكتوبر وتوسعاتها وتوابعها سوف تستوعب ٢,٥ مليون نسمة حتى عام ٢٠٢٠ ومن المتوقع أن يسبب هذا الحجم لهذا التجمع مشاكل كثيرة وخاصة أنه يعتمد على مدينة القاهرة فى كثير من احتياجاته ، وبذلك يعد عبئا إضافيا على القاهرة وليس العكس ، كما كان مستهدفا أن يجذب السكان والصناعه .

## ٤-٢ الحوافز الممنوحة للاستثمار فى المجتمعات الجديده

تعد المجتمعات الجديده تشجيعا للاستثمار الأجنبى والمحلى وذلك من خلال الآتى :

- توفير أراضى رخيصة الثمن ، وقد وصلت فى بعض الأحيان إلى أقل من التكاليف الفعلية لتوفير المرافق والخدمات لهذه الأراضى ، غير أن ذلك أغرى كثيرا من المستخدمين على استحواذ مساحات كبيرة لم يستخدم سوى جزء بسيط منها فى إقامة منشآته ، واحتفظ بالباقى لمواجهة التوسعات المستقبلية أو لاستخدامها ممنوحة بقيمتها السوقية الحقيقية كنصيب فى منشآت جديدة مع شركاء جدد ، وغيرها من التصرفات فى هذه الأراضى مما يعد سوء استخدام لحافز الأراضى الرخيصه، وذلك يتطلب اتباع بعض القواعد للحد من شراء الأراضى الرخيصة بشكل مبالغ فيه منها :

* تقويم الاحتياجات الحقيقية للمنشآت فى ظل دراسة جدوى أو تراخيص البناء الخاص لها والتى يجب أن تتضمن إمكانيات التوسع المستقبلية لها . كذلك بأن سياسة التشجيع تحتاج إلى مراجعه ، حتى يمكن التأكد من أن الراغبين فعلا فى الاستثمار الحقيقى هم الذين يحصلون فقط على الأراضى.

بالنسبة للإجازة الضريبية فعلى الرغم من أنها تشجيع للاستثمار فى المدن الجديده ، إلا أنها يجب أن تفرق بين الأنشطة التى تستحق الإجازة وبين الأنشطة ذات العائد السريع مثل السلع الاستهلاكية التى يستطيع المستثمر إنهاء الشركة بطريقة أو بأخرى ، وهذا يعد قصورا فى نظام منح الإجازه ، وذلك يستلزم إعادة النظر فى نظام الإجازة الضريبية المتبعة لتشجيع الاستثمار فى المدن الجديدة ويقترح تصميم مجموعة متكاملة من السياسات المالية والحوافز الضريبية الملائمة من أجل استقطاب الاستثمار الأجنبى والمحلى .

## ٤-٣ الأداء الاقتصادى لمدن الجيل الأول

لتقييم الأداء الاقتصادى لمدن الجيل الأول ، العاشر من رمضان ، السادات ، برج العرب ، السادس من أكتوبر ، يجب الرجوع إلى الأنشطة الاقتصادية بكل مدينة تبعا للهدف المنوط بها .

* ففى مدينة العاشر من رمضان حدد المخطط الهيكلى للمدينة حجم التوظف لكل قطاع من قطاعات المدينه ، قطاع التشييد ١٦ ألف فرصة عمل ، وقطاع الخدمات ٧٩ ألف فرصة عمل ، وقطاع الصناعة ٦٠ ألف فرصة عمل ، حتى عام ٢٠٠٢ .

والصناعة تم تصميم خطة تنميتها لتحقق أكبر قدر ممكن من فرص العمل المتنوعه ، مع تشجيع الصناعات الصغيره ، وخاصة كثيفة العدد ، مع إحداث توازن بين التركيبة الصناعية للمدينة والمستوى القومى والإقليمى ، على أن يشمل الهيكل الصناعى تطوير وتنمية صناعات الأغذيه ، المنسوجات ، الجلود ، الكيماويات ، والصناعات الهندسية والميكانيكيه .

- كما تم إعطاء قطاع الخدمات أهمية كبرى فى تنمية وتطوير المدينه ، حيث استوعب أكثر من ٥٠٪ من فرص العمل ، ويشتمل على قطاعات المواصلات ، الاتصالات ، الخدمات المالية والتجارية والمهنية والخدمات العامه ( الصحة والتعليم) ، بينما ارتبطت أهمية قطاع التشييد مع التقدم فى أعمال التشييد للمدينه .

وبمراجعة منجزات المدينة نجد أن قطاع الصناعة قد حقق فرص عمل أكبر من المستهدف ، حيث يعمل بالمصانع المنتجة حتى ٩٥/١٢/٣١ أكثر من ٩٦ ألف عامل فى ٦٧٥ مصنعا على مساحة ٥,٣ مليون نسمة وبرأس مال ٦,٤ مليار وقيمه

إنتاج ٩ مليار جنيه ، مع إمكانية استيعاب ١٦ ألف عامل فى المصانع تحت الإنشاء ، بينما يعمل فى قطاع التشييد ٤٣٠١ عامل بنسبة ٢٥٪ من المستهدف ، مما يدل على تراجع قطاع التشييد .

* وفى مدينة السادات حدد خطوات مخطط التنمية بالآتى :

١- إعادة توطين عدد من الأنشطة الحكومية المركزية بالمدينه

٢- أن تقوم المدينة بدور خدمى إقليمى .

٣- أن تعتمد القاعدة الاقتصادية على صناعات الحديد والصلب المرتبطة بها .

وذلك بإجمالى فرص عمل قدرها ١٦٥ ألف فرصة عمل منها ٦٠ ألف فرصة عمل فى الصناعه ، ومثلها فى الخدمات غير الأساسيه ، بينما يخص الخدمات الأساسية ٢٥ ألف فرصة عمل ، والتشييد ٢٠ ألف فرصة عمل .

وقطاع الصناعة تم وضع مقترحات تنميته وفقا لما تم الاتفاق عليه مع وزارة التخطيط ، ومنها صناعات الحديد والصلب والصناعات المرتبطة بها ، وصناعة وسائل النقل ثم الصناعات الورقية وصناعات الغزل والنسيج والصباغة والملابس ، ثم الصناعات الغير معدنية ومنها الكيماويات ومواد البناء والبلاستيك والجلود ، ثم صناعة المواد الغذائيه .

كما تم إعطاء قطاع الخدمات الأساسية أهمية للجذب من التركيز الخدمى الشديد فى القاهرة للخدمات المركزية الحكومية ومنها بعض الوزارات .

بينما غطى قطاع الخدمات غير الأساسية باقى الخدمات ، كالمواصلات والاتصالات والتجارة والمرافق وخدمات المجتمع وغير ذلك من الخدمات حيث يستوعب هذا القطاع فى نهاية الخطة ٦٠ ألف فرصة عمل .

أما قطاع التشييد فيلعب دورا هاما خلال المراحل الأولى من نمو وتنمية المدينه .

وبمراجعة ما تم تخطيطه نجد أن قطاع الصناعة لم يحقق الخطه ، فلم يتم تنفيذ مصنع الحديد والصلب ولا الصناعات المكمله ، أيضا لم يتم تنفيذ مصانع النقل بأنواعها . بينما حقق باقى الصناعات الأخرى نسب متواضعة مما كان مستهدفا ، وهى صناعات الورق والنسيج والصناعات الغذائية وغيرها ، كما أن القطاع يعمل به حتى ١٩٩٤/١٢/٣١ ٦٢٢٧ عاملا فى ١١٦ مصنعا على مساحة ٣,٤ مليون م٢ برأس مال قدره ٠,٣٨ مليار وقيمة إنتاج سنوى ٠,٧٧ مليار جنيه ، وبذلك نجد أن القطاع لم يحقق ما كان مستهدفا .

أيضا قطاع الخدمات الأساسية لم يحقق المستهدف ، رغم تشييد مجمع الوزارات بتكلفة بلغت ٦,٩ مليون جنيه عام ١٩٨٦ ، ولكن إلى الآن لم يستخدم المجمع ولم تتخذ الخطوات التى تسمح للمدينة بأداء دورها على المستوى القومى أو الإقليمى .

كذلك قطاع الخدمات غير الأساسية بالمدينة لم يوفر سوى نسبة ضئيلة مما كان مستهدفا خلال هذه المراحل ، كما أن قطاع التشييد فى ظل بطء عمليات التشييد بالمدينة يكون دوره ضئيلا جدا .

* وفى مدينة برج العرب الجديدة استهدف أن تحقق الأنشطة الاقتصادية من خلال الصناعه ، مع القيام بدور مركز خدمى على المستوى الإقليمى ، على أن تتوفر فرص عمل بإجمالى ١٥١ ألف فرصة عمل ، منها ٦٠ ألف فرصة فى الصناعه ، ٨٠ ألف فرصة عمل فى الخدمات ، إضافة إلى ١١ ألف فرصة عمل فى التشييد ، وقد استهدف أن يشتمل قطاع الصناعة التشييد والبناء فى المراحل الأولى ، إضافة إلى صناعة المنسوجات والملابس والمنتجات الجلدية والطباعة والتعبئة والتغليف وصناعات الكيماويات وصناعة الأغذية والمشروبات والصناعات المعدنية والإلكترونيه .

أما قطاع الخدمات فقد استهدف أن يوفر الخدمات العامة والاجتماعية والتجارية والترفيهية والثقافيه ، وذلك بصورة متوازنة مع نمو سكان المدينه .

كما اقترح أن يكون لقطاع التشييد دور هام فى بداية نشأة المدينه ، تنخفض هذه الأهمية مع التقدم فى نشأة وإقامة المدينه .

وبمراجعة ما تم تحقيقه حتى ١٩٩٤/١٢/٣١ من المستهدف ، نجد أن الصناعات لم تحقق سوى نسبة ضئيلة لا تتعدى ٢٠٪ من المستهدف حيث يعمل بالقطاع ١١ ألف عامل على مساحة ١,٣ مليون م٢ وبرأس مال مستثمر ٠,٥٥ مليار

جنيه وبقيمة إنتاج سنوى ٠,٧٢ مليار جنيه ، غير أن صناعة الطباعة والتعبئة والتغليف حققت ٣٥٪ من المستهدف ، كذلك قطاع الخدمات وقطاع التشييد لم يحقق أيضا ما كان مستهدفا .

* مدينة ٦ أكتوبر استهدف من إقامتها جذب السكان والصناعات الخفيفة وتشجيع السياحة ، وقد خطط أن توفر المدينة ١٢٥ ألف فرصة عمل حتى عام ٢٠٠٠ من خلال الأنشطة المقترحة ٥٠ ألف فرصة فى قطاع الصناعه ، ٤٦ ألف فرصة فى الخدمات ، ٢٠ ألف فرصة عمل فى السياحة إضافة إلى ٩ آلاف فرصة عمل فى قطاع التشييد والبناء .

وقد استهدف من قطاع الصناعة أن يغطى الصناعات التحويلية على أن يعتمد التركيب الصناعى على صناعات الأغذية والمنسوجات ومواد البناء والبلاستيك والكيماويات والصناعات الهندسية والكهربائيه ، بينما استهدف من قطاع الخدمات أن يلبى احتياجات وتطور المدينة بحيث يشتمل القطاع على خدمات النقل والمواصلات والخدمات المهنية ومراكز الصيانة وخدمات التعليم والصحة والخدمات الإدارية والماليه .

أما قطاع السياحة فيعد من القطاعات الإنتاجيه ، فهو أحد الأبعاد الاقتصادية الهامة فى المدينه ، لما تتمتع به منطقة الأهرامات القريبة من المدينة من خبرة سياحية عالميه ، إضافة إلى ما يتمتع به موقع المدينة وإشرافه على منطقة الأهرامات .

بينما قطاع التشييد والبناء استهدف منه أن يلاحق تطور وتنمية المدينة على الرغم من أن حجم العمالة المحدد للقطاع يتعارض منطقيا مع كبر حجم الإنشاءات وخاصة فى المراحل الأولى .

وبمراجعة ما تم إنجازه نجد أن قطاع الصناعة يعمل به حتى ١٩٩٤/١٢/٣١ ٥٦ ألف فرصة عمل ، على مساحة ٣,٥ مليون متر مربع ، وبرأس مال مستثمر قدره ٢,٥ مليار جنيه وبقيمة إنتاج ٥,٤ مليار جنيه ويعد ذلك أكثر مما كان مستهدفا فى نهاية الخطه . هذا بخلاف ٣٨ ألف فرصة عمل فى المصانع الجارى إقامتها . وهذا يرجع إلى النهضة الصناعية بالمدينة والتى فاقت ما كان مخططا .

غير أن قطاع الخدمات لم يوفر سوى نسبة ضئيلة مما كان مستهدفا وهو ما يتناقض مع خطة المدينه ، وينطبق ذلك على قطاع التشييد والبناء .

مما سبق نجد أن المدن الجديدة لم تحقق الأداء الاقتصادى المنوط بها ، وخاصة مدينة السادات ومدينة برج العرب ، بينما نجد أن كل من العاشر من رمضان والسادس من أكتوبر حققت فرص العمل المستهدفة وتعدته ، إلا أنها لم تحقق الهياكل الصناعية المتكاملة والمتوازنه .

كما أن هذه المدن لم تحقق الأنشطة الخدميه والسياحية المستهدفه ، ويرجع السبب فى إخفاق التنمية الاقتصادية فى المدن الجديدة إلى :

- العوائق والمشاكل المرتبطة بالبيروقراطيه .
- عدم توافر المرافق والخدمات الأساسيه .
- الاهتمام الشديد بالتنمية الصناعية وإهمال أوجه الأنشطة الاقتصادية الأخرى ، وخاصة السياحة والخدمات .
- عدم ملاءمة المناخ العام للاستثمار فى مصر بشكل عام ، مما يضعف من زمن نجاح هذه المجتمعات فى جذب الاستثمارات المحلية والأجنبيه .
- عدم عدالة توزيع الاستثمارات على المدن المختلفه .

## ٤-٤ المشكلات التى تواجه تنمية المدن الجديده

هذا وتتعرض المدن الجديدة للعديد من المشكلات من أهمها مشكلة السكان ، فحتى الآن لم تحقق المدن الجديدة الأعداد المستهدفة تبعا لخططها ، حيث تبلغ نسبة ما حقق من سكان حتى الآن : مدينة السادات ٧٪ ، برج العرب ٣٪ بينما تبلغ النسبة ٢٠٪ فى كل من العاشر من رمضان والسادس من أكتوبر . ويمكن إرجاع بطء الاستيطان البشرى بالمدن والمجتمعات الجديدة بصفة عامة إلى الآتى :

١- إقامة المدن فى الصحراء عملية بالغة الصعوبة تتطلب جهدا شاقا لخلق مجتمع جذاب تتوافر فيه ظروف أفضل من تلك المتاحة فى العمران الحالى حتى تستطيع جذب السكان، والصعوبة تكمن فى عدم وجود قواعد سكانية تقام عليها المدن الجديدة وفقا للتجارب العالمية السابقه .

٢- محدودية الإمكانيات مما لا يسمح بتخصيص الاستثمارات اللازمة لتكلفة إنشاء وتيسير وإدارة المدن الجديدة بصورتها المطلوبه ، ويكون ذلك سببا فى انخفاض معدل

توفير الخدمات المختلفه ، ومحدودية الحوافز التى يمكن أن تجذب الاستيطان البشرى إليها ، وذلك يتطلب دخول القطاع الخاص بمساهمات جادة فى هذا المجال .

٣- عدم توافر مقومات الجذب السكانى بدرجة كافيه ، وخاصة الأنشطة والخدمات الداعمه ، مثل المراكز الرئيسية للوزارات والهيئات والمراكز التعليمية والعلاجية التى تستلزم وجود أعداد كبيرة من السكان والعاملين ، يستثنى من ذلك النشاط الصناعى الذى استطاع أن يجذب نسبة ضئيلة تبلغ ٨٪ من مجموع العاملين به للإقامة بصفة دائمة فى المدن الجديده .

٤- إطلاق بيع الأراضى فى البداية دون ضوابط وبسعر منخفض وبمساحات كبيرة لأفراد غرضهم الأساسى المضاربة على احتمال ارتفاع سعر الأرض .

وفى الآونة الأخيره ، اتجهت السياسات إلى بيع الأراضى بمساحات كبيرة جدا تغرى صاحبها بالاحتكار ، ورفع سعر الأراضى ، مما يؤثر على عمليات العمران . ومن الأفضل تبنى سياسة مدروسة للبيع والتخصيص .

٥- تعد مصادر التمويل من المشكلات التى تعوق تنمية المجتمعات الجديده ، وتحقق التنمية الاقتصادية فى الأنشطة المختلفه ، صناعية - زراعية - خدميه ، وخاصة لمشروعات البنية الأساسية والخدمات الاجتماعية ومشروعات الإسكان ، وذلك لأسباب من أهمها تزايد عدد المدن والتجمعات الجديده ، وكبر حجمها وقصور التمويل الذاتى مما يتطلب فكرا جديدا للتجمعات : عمرانية (أنوية) بأحجام مناسبة قائمة على موارد حقيقية تجذب المستثمرين والممولين .

٦- الإدارة من المشكلات التى تحد حجم عمليات التنمية بالمدن الجديده ، حيث استخدم المسئولون عن المدن الجديدة الأساليب والمناهج التقليدية فى إدارة المدن الجديده ، فبدت غير ملائمة لكيانات حضرية تتسم بسرعة الانطلاق فى حركتها ، والديناميكية فى نموها ، مما يستلزم نماذج إدارية جديدة تأخذ بتكنولوجيا العصر فى الوحدات الإدارية الجديدة لتتلائم والمجتمعات الجديده .

٧- المدن الجديدة أقيمت فى مناطق هامشيه ، ولم تنشأ فى مناطق ذات إمكانيات كامنة أو موارد طبيعية يمكن استغلالها أو الاستفادة منها ، وبذلك اعتمدت فى تنميتها على الاستيراد الداخلى والخارجى من مواد أولية وخامات لازمة لعمليات التشييد والبناء ، وأيضا الخامات اللازمة للأنشطة والصناعات ، وأيضا استيراد العمالة بجانب استيراد رأس المال المستثمر ، بذلك نجد أنها أقيمت فى مناطق خالية من أى مقومات وإمكانات مادية أو بشريه .

٨- النشاط الزراعى لم يحقق ما تم استهدافه حيث كان مخططا أن يستزرع ١٣٦٣ كم٢ أى ما يقرب من ١/٢ مليون فدان لم يستزرع منها سوى نسبة لا تتعدى ١٠٪ من المسطح المستهدف ، علما بأن هذه الأراضى الزراعية من أهم مقومات الجذب السكانى ، كما أنها ترفع من قيمة المدن الجديدة حيث تعمل على زيادة قاعدة الاستثمار الزراعى كأحد عناصر التقنيه ، كما تعمل على تلبية احتياجات المدن الجديدة من المواد الغذائيه ، إضافة إلى قلة تكلفة فرصة العمل فى النشاط الزراعى عنها فى النشاط الصناعى .

من أوجه القصور التى لا تشجع على الانتقال والإقامة بصفة دائمة فى المدن الجديدة أيضا:

١- ارتفاع تكلفة المسكن مع انخفاض متوسط الدخل الذى يتراوح بين (١٢٥: ١٥٠) جنيها ، يمكن تخصيص ٢٥٪ منه للمسكن سواء فى صورة إيجار أو قسط تمليك ، ولكن مع ارتفاع قيمة الأقساط والمقدمات والإيجار الشهرى أحجم أغلب العاملين عن السكن بالمدن الجديده ، كما أن الفجوة بين تكلفة المسكن والدخل أدت إلى ظهور الإسكان العشوائى ببعض المدن .

٢- ارتباط مصالح بعض العاملين بالمدن الجديدة بالموطن الأصلى بأنشطة أخرى يمارسونها مثل الأراضى الزراعية أو الأنشطة التجارية أو الارتباط بخدمات غير متوفرة فى المدن الجديده .

٣- صعوبة الحصول على السكن المناسب بالسعر الملائم وفى الموقع الملائم بالقرب من الأنشطة التى يمارسونها .

٤- تدنى الخدمات الحكومية وغير الحكومية وعدم توافرها كما

وكيفا فى مجالات التعليم والصحة والأمن والمواصلات والخدمات الترفيهية والتموينية وخدمات المرافق ، مع سوء توزيعها .

٥- ارتفاع أسعار المعيشة بالمدن الجديدة عنها فى المدن القائمه .

٦- انخفاض معدل إشغال الوحدات المسلمة بنسبة ٥٥٪ من الوحدات تم إغلاقها بعد استلامها مما أدى إلى تدنى معدلات الإشغال وتدنى الكثافة العمرانية بصفة عامه .

## ٤-٥ الآراء النقدية للمدن الجديده .

والمدن الجديدة تعرضت للعديد من الآراء النقدية فى أساس الفكرة وفى الطريقة والأسلوب المتبع فى تنفيذ السياسه .

إلا أن الفكرة ذاتها أصبحت واقعا وأحد السياسات التى تنتهجها الدولة لتوجيه التنمية العمرانيه ، ومن أهم الانتقادات الموجهة لهذه المدن الآتى :

- المدن الجديدة بشكلها وتوزيعها الحالى لن تسهم فى علاج مشكلة السكان حيث أن التوزيع الحالى يحاول علاج المشكلة فى صورتها الأخيره ، وليس القضاء على المشكلة من جذورها ، فالجهود موجهة نحو القاهره ، مما يعنى تفاقم المشكلة وتعقدها ، فضلا عن استمرار تدفق المهاجرين إلى القاهرة وما حولها من تجمعات عمرانية جديده .

- جذب الصناعات والأنشطة للمدن الجديدة تطلب أن تكون المدن الجديدة على مسافة قريبة من المراكز الحضرية الكبرى إلا أن قربها سوف يشكل عبءً إضافيا على هذه المراكز ، وذلك لتفضيل العاملين بالأنشطة داخل المدن الجديدة ، الاستيطان بهذه المراكز لتميزها بالخدمات .

- دراسات التقييم التى تمت للمدن الجديدة اتضح منها أن هناك اختلافا كبيرا بين أرقام التنفيذ وبين الأحجام المخطط على أساسها ، فالحجم السكانى لم يتعد ٢٠٪ من الأحجام المستهدفه .

- طموح خطط المدن الجديدة وخاصة فى تكاليف الإنشاء ، فالتكلفة الرأسمالية لهذه المدن فى ارتفاع ، ولا تتناسب مع العائد من بيع أراضى تلك المدن ، حيث يبلغ نصيب الفرد من تكاليف البنية الأساسية فى مدينة العاشر من رمضان ٨٠ جنيها ، ومن تكاليف الخدمات ٧٥ جنيها بينما يبلغ نصيب الفرد من بيع الأراضى ٣٥ جنيها ، ويترتب على ذلك أن نسبة ما يسترد من رأس مال المستثمرين فى البنية الأساسية والخدمات ضئيل جدا ، بحيث لو قامت الدولة بالتصرف فى الأراضى تبعا للتكاليف الفعلية فلن تمثل المدن الجديدة عنصر جذب للسكان .

- حتى الآن هناك صعوبة فى إقناع الأفراد فى تغيير سلوكياتهم والانتقال إلى هذه المدن بالرغم من الدعاية الضخمه ، وتوفير عناصر الجذب ، وذلك يتطلب أن تكون العوامل الاجتماعية وعناصر الجذب ، بصورة أكثر فاعلية وواقعية عند بداية إنشاء المدن .

- سياسة المدن الجديدة سياسة كثيفة رأس المال ، ويترتب عليها تخصيص مبالغ ضخمة واستقطاعات كبيرة من الإنفاق العام ، حيث أن تكاليفها كبيره . غير أن هناك عوامل اجتماعية تبررها . والصعوبة تكمن فى كيفية تقدير تلك العوامل ، وحتى الآن لا يوجد إطار محدد لدراسة التكلفة والعائد من إنشاء هذه المدن .

- تجربة المدن الجديدة أثبتت أن هناك ضرورة للتخطيط المستمر لمخططات وامتداد هذه المدن حتى لا تتحول هى الأخرى إلى مجتمعات عشوائية يتوطن فيها بعض العمال غير المهرة وعمال البناء والتشييد من أجل البحث عن فرص عمل فى هذه المدن .

## ٥- الأنوية العمرانية كأساس لتنمية الصحراء

مما سبق من دراسات ورصد لتجربة المدن الجديده ، وبالرغم من الحجم الهائل للاستثمارات التى تم توظيفها على هذه المدن ، إلا أننا نلاحظ وجود فجوة بين الواقع الفعلى ومعدلات الاستقطاب والنمو المستهدفه ، كما نلاحظ عدم قدرة الفكر التخطيطى على صياغة استراتيجية للتنمية العمرانية والاستيطان تعبر عن الواقع المصرى ، آخذة فى الاعتبار الموارد والإمكانيات البسيطة للدوله ، والاحتياجات الأساسية للسكان والفئات المستهدفة من الاستيطان .

وبالرجوع إلى تجربة العمران فى مصر نجد أنها ظلت خلال

العقود الماضية نتاجا شعبيا مبنى على وعيه باحتياجاته وإمكانياته ، مما يثبت قدرته على تولى عمليات الإنتاج العمرانى بنفسه ، تمويلا وتنفيذا من خلال موارده وإمكانياته الدائمه ، بينما تجربة المدن الجديدة لم تجعل له دورا داخل العملية العمرانيه . مما يستلزم مراجعة شاملة للعديد من السياسات والمفاهيم والبرامج التخطيطية التى تناولت الاستيطان والمدن الجديدة خلال الخمسة عشر عاما الماضيه ، للتحقق من ملاءمتها لواقعنا وإمكانياتنا فى مصر ، مع إعادة النظر فى البرامج والخطط . هل نريد مدنا جديدة أم أنوية جديده . فالنواة ليست عضوا يمثل جزءا من كل ، فهى كيان مكتمل فى حد ذاته ، فنواة المدينة هى بذرة المدينه ، وهى تختلف عن باقى أجزاء المدينة بعد اكتمالها فى التشكيل والمكونات من حيث الحجم والقدرة الاستيعابيه ، ومن حيث مكوناتها الإسكانية والخدمية وعلاقاتها بأماكن العمل ، ومن حيث أسلوب إدارة عمليات التنمية العمرانية بها . والنواة العمرانية هى الخلية الأساسية التى تحمل خصائص ومكونات عمرانية خاصة قادرة على تكوين بداية للاستيطان والنمو فى إطار إقليمى مناسب .

فاستخدام فكرة النواة يمكننا من خلق مدن طبيعيه ، وليست مدنا مصطنعه ، وذلك من خلال خلق النواه ، وترك تراكم وتشابك القرارات والأنشطة للسكان ، حيث أن المدن تتكون وتشكل كيانها وطابعها من خلال آلاف الأنشطة والقرارات الفردية والصناعيه ، والتدخل من جانب المخططين يجب أن يكون فقط فى وضع إطار عام مرن تصب بداخله هذه الأنشطة من خلال وعى تام بديناميكية هذه القرارات فى الأنشطة فى العمران والمجتمع المصرى .

فتجربة المدن الجديدة فى الصحراء لم تتخط المناطق الهامشية على أطراف الوادى والدلتا ، وذلك للاستفادة من اقتصاديات البنية الأساسية وتوافر الخدمات ومقومات النجاح ، ولم تمتد لتشمل مفهوما جديدا للتنمية والتعمير فى الأطراف الصحراويه والتى تتطلب بالتأكيد نمطا مختلفا للتعمير .

فالمناطق الصحراوية تعتبر مناطق هشة بيئيا ، قليلة الموارد ، ولا يمكنها تحمل تجمعات عمرانية ضخمة ومكثفه ، لذا فإن فكرة النواة تعتبر الفكر المناسب لنمط الاستيطان المناسب للمناطق الصحراوية بالأطراف ، بحيث تشكل شبكة من الأنوية العمرانية منتشرة على صفحة الإقليم الصحراوى .

وذلك من خلال إطار أيكولوجى متزن لعلاقة هذه الأنوية ببعضها البعض بيئيا ووظيفيا ، وذلك تبعا لقدرة النظام البيئى على استقطاب أنشطة عمرانيه .

لذا يجب أن تحتوى النواة على قدر عالى من ديناميكية النمو والتخلى عن الأشكال الشائعة للتشكيل العمرانى فى المدن الجديده ، والتى تعتمد على وحدات استاتيكية مفتقدة للمرونة فى النمو ، فهى وحدات متدرجة مغلقة على مركز خدمى بوسطها .

بل يجب أن يكون التشكيل مفتوحا على الخارج يعتمد على محاور نمو قويه ، وبذلك يكون التشكيل مناسبا لخصوصية نواة المنشأ ، كما أن فكرة النواة تعطينا مدخلا لقبول فكرة الملاءمة التزايديه طبقا للتغيرات التنموية وظروف نمو المدينه ، ففكرة الملاءمة التزايدية لديها القدرة على مرونة التعديل المستمر للخطط والبرامج ، كما أنها تعطى الفرصة للتمويل الذاتى من خلال دعم مراحل التنفيذ للمراحل التالية من خلال مبدأ استرداد التكلفه ، مما يكون له تأثير إيجابى على اقتصاديات المدينة وعدم إهدار الاستثمارات .

إن إعادة توزيع الأدوار بين التخطيط والإدارة فى فكرة النواه ، يعنى وضع إطار تخطيطى مرن تنمو فى محتواه نواة المدينه ، بينما تتركز جهود التنمية بعد ذلك فى إدارة نمو النواة فى ظل الظروف والتغيرات المستقبليه .

إن التعمير العمرانى لهذه الفكرة يكون فى صورة اشتراطات مناطق ، من خلال مخططات جزئية تنمو فى إطار مخطط هيكلى للتنميه ، وفى ضوء ظروف واحتياجات النمو ، بينما يعطى مزيدا من الاهتمام لإدارة عمليات نمو النواة بحيث يصبح المفهوم الجديد للعملية العمرانية مزيداً من الإدارة قليلا من التخطيط .

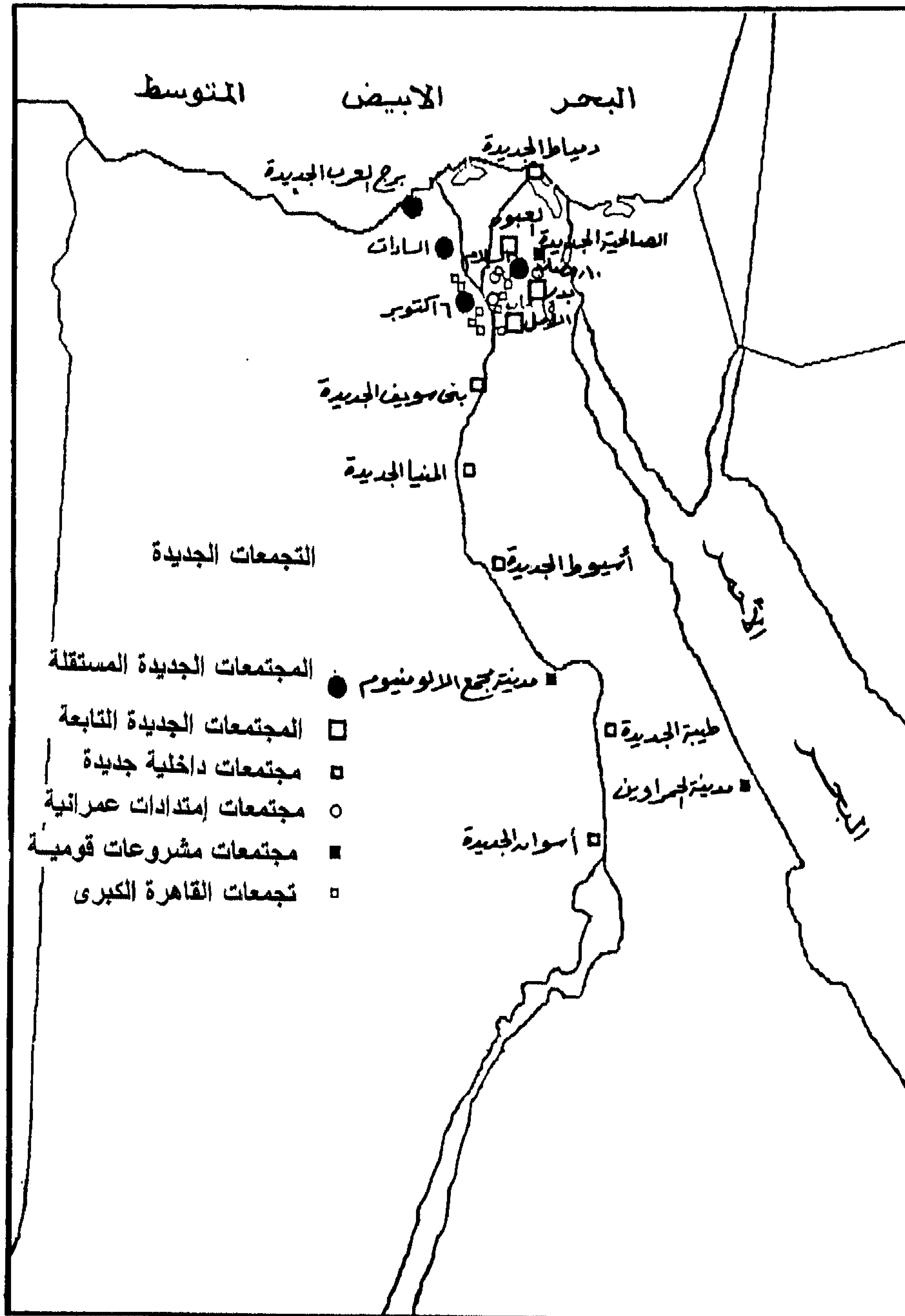
مما سبق يجب توزيع الأدوار للجهات المشاركة فى النتاج العمرانى حسب الآتى :

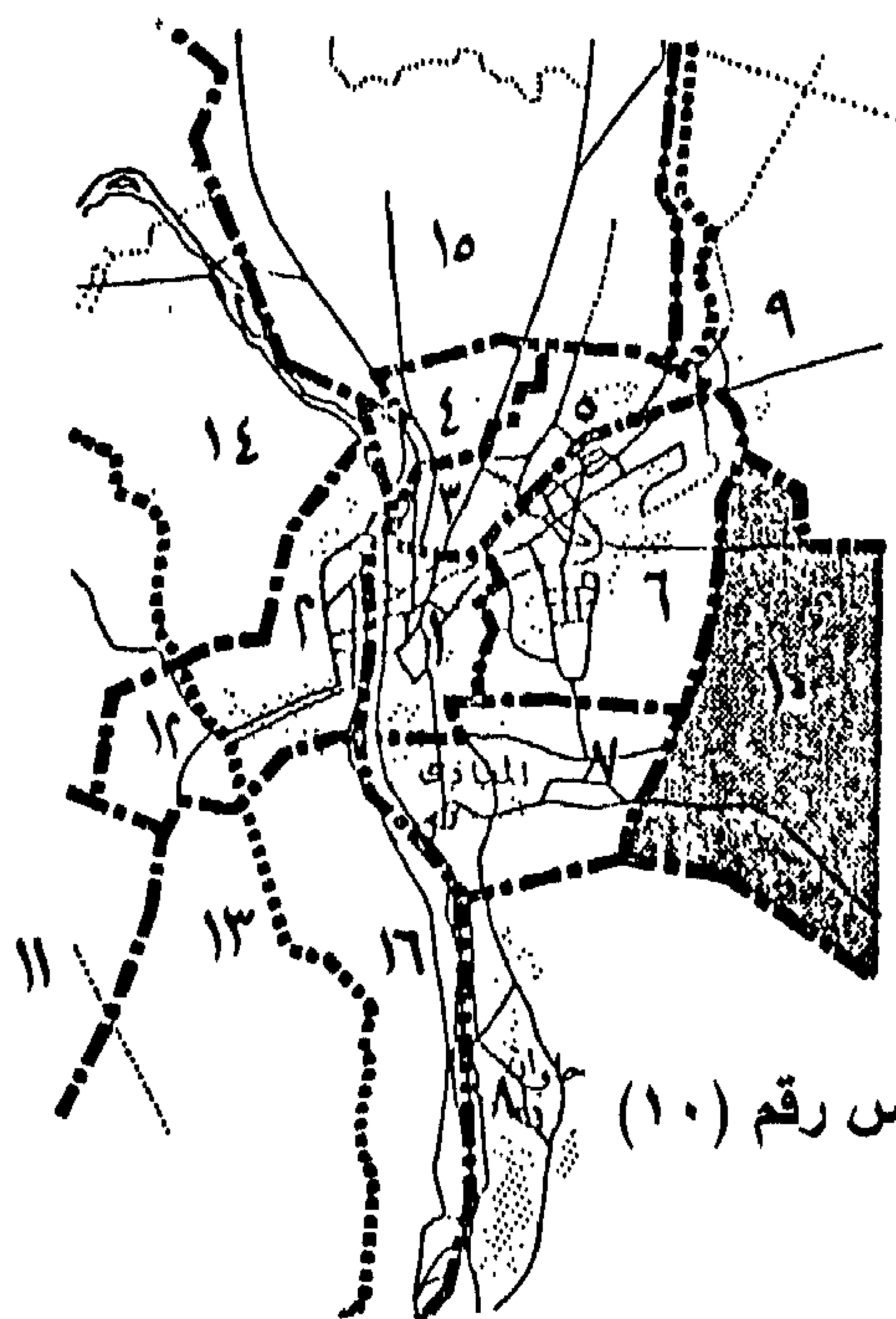
أن يتغير دور المخطط العمرانى من صانع إلى مشارك من

خلال عملية عمرانية مستمره ، وأن تمتد مشاركته فى مختلف مراحل عملية الاستيطان ، من التصميم والتنفيذ والتنمية إلى المتابعة والتطوير والاستكمال ، وأن يقوم بدور توظيف إمكانيات كل من الدولة والسكان داخل إطار مرن للنمو ، ويعتمد على نواة جديده ، على أن يقتصر دور الدولة على تقديم الدعم المناسب لنمو النواة فى البدايه ، وأن يقل تدريجيا ليعطى دورا أكبر للأفراد فى قيادة عمليات التنميه ، وأن يقتصر على الإمداد بالخدمات والبنية الأساسية بينما يترك عمليات التنمية الإسكانية للأفراد .

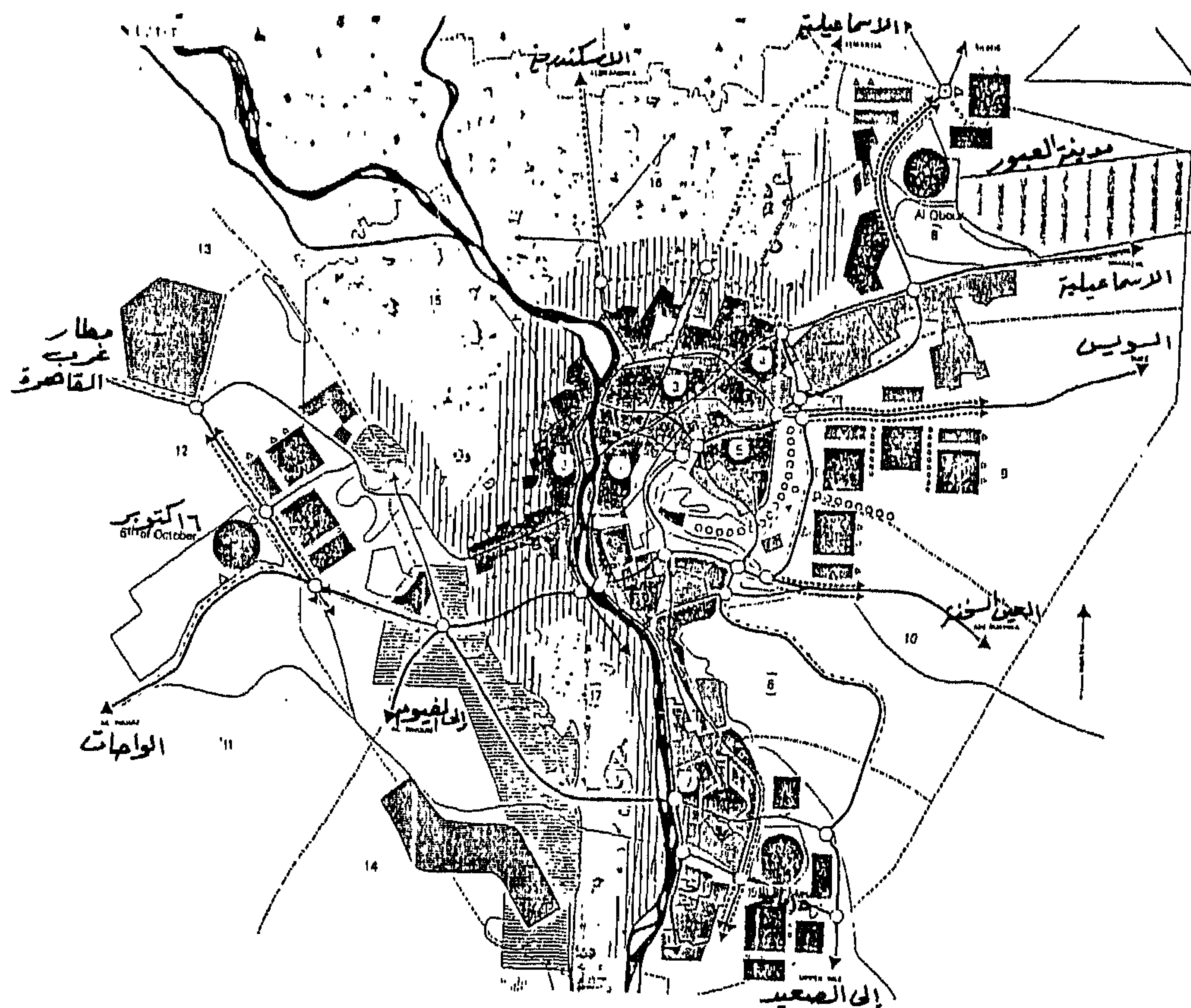
وبذلك يتم الاستفادة من الطاقة الكامنة لدى الفئات الشعبية وتفجيرها فى عملية العمران ، حيث أن ما نحتاجه فقط هو التوجيه والإدارة الواعية لهذه الطاقات ، لكى تصب داخل عملية عمرانية جماعية ومستمره ، تعتمد على التكامل بين الأفراد والمخططين .

على أن يتم تنظيم السكان من خلال تنظيمات جماعية لتشكيل النواة وضمان استمراريتها ، وتنظيم وضبط عمليات التنمية الشعبيه ، وذلك بالتنسيق مع الجمعيات والتعاونيات والنقابات .






**موقع القطاع المتجانس رقم (١٠)**




**الحدود والمواقع :**

حدود إقليم القاهرة الكبرى

حدود القطاع المتجانس

5 رقم القطاع

حدود منطقة سكنية جديده

أراضى زراعيه يجب المحافظة عليها

أراضى زراعية مستصلحه

ميل أكثر من ١٥ ٪

كثبان رمليه

مقابر

مناطق تاريخية وأثريه

**البنية الأساسيه**

طريق حضرى

طريق أقليمى سريع

طريق ذو مدخل محدود

تقاطع

مدخل المناطق العمرانيه

سكك حديديه

محطة سكة حديد

**استراتيجية التنميه:**

محاور ممرات التنميه

الامتداد المستقبلى لممرات التنميه

الاتجاه المقترح للنمو

مناطق ذات تعرض حظر للزحف العمرانى

مناطق ذات تعرض حظر للزحف العمرانى

OOO مناطق فاصله

**مناطق عمرانية قائمة ومناطق مقترحة للتنميه :**

المناطق العمرانية الرئيسية ١٩٧٧م

مساكن ذات طابع ريفى

ممتلكات حكوميه

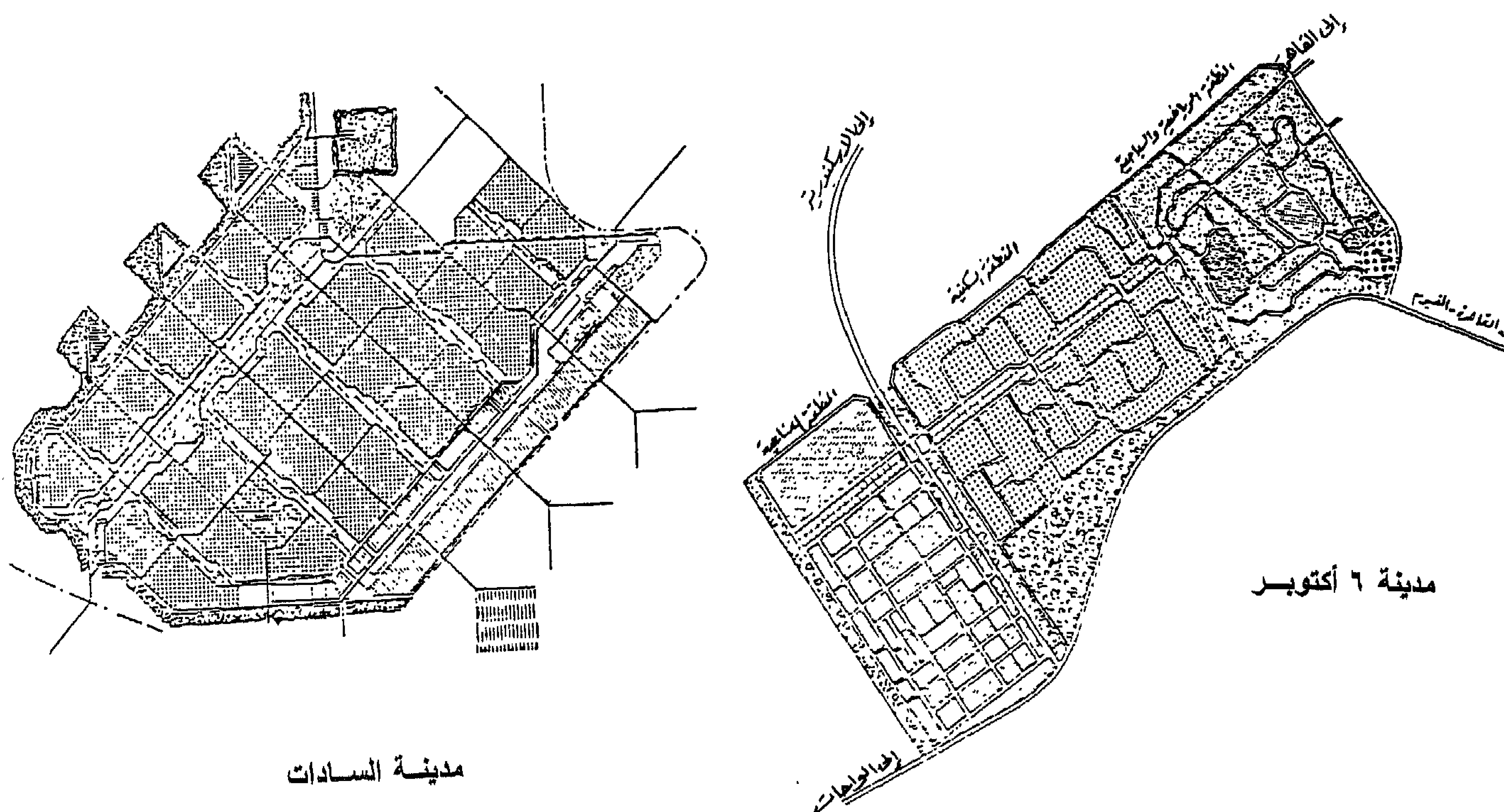
مناطق صناعية قائمه

مناطق مقترحة للتنميه

مناطق مقترحة للأنشطه

استراتيجية تنمية إقليم القاهرة الكبرى

**كردون مدينة ٦ أكتوبر المعدل**




مدينة ٦ أكتوبر

مدينة السادات

## المراجع العربيه


- إبراهيم . أ. هـ : المدن الجديدة فى النظرية والتطبيق : جامعة الكويت (١٩٨٠)
- الجهاز المركزى للتعبئة والإحصاء : النتائج الأولية للتعداد العام للسكان ١٩٨٦
- الجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء ، القاهرة (١٩٨٨)
- الهيئة العامة للتخطيط العمرانى – إقليم القاهرة الكبرى – تخطيط التنمية الحضرية حتى عام ٢٠٠٠ – التخطيط الهيكلى .
- المدن الجديدة علامات مضيئة على خريطة مصر – وزارة التعمير والمجتمعات العمرانية الجديدة – ١٩٨٠
- الهيئة العامة للتخطيط العمرانى : خريطة التنمية والتعمير لجمهورية مصر العربية عام ٢٠٢٠ – الدراسة السكانية – نوفمبر ١٩٩٤
- د. طاهر الصادق : المنهج التخطيطى الملائم للعمران فى مصر – مؤتمر المأوى والصحة والأسره ، أكتوبر ١٩٨٩ م .
- د. طارق عبد اللطيف – د. مجدى ربيع – المشاكل التطبيقية للمدن الجديدة وتقييم تجربة المدن الجديدة – مؤتمر العواصم والمدن العربيه .
- سيد محمد عبد المقصود : سياسة المجتمعات والمدن الجديدة فى مصر ومحاولة للتقييم من منظور مكانى – ندوة التنمية الاقتصادية والاجتماعية للمدن الجديدة – إبريل ١٩٨٦
- طلعت الدمرداش إبراهيم : دراسة جدوى إنشاء المدن الجديدة فى ج. م. ع – رسالة دكتوراه – قسم الاقتصاد – كلية التجارة – جامعة الزقازيق ١٩٩٠ .
- م. محمد الخطيب – الأنوية العمرانية مدخل لتقييم تجربة الاستيطان فى مصر – مؤتمر نحو صياغة استراتيجيات قطرية وإقليمية للتنمية الحضرية فى العالم العربى ١٥: ١٨ ديسمبر ١٩٩٠ .
- نهى السيد حامد : المدن الجديدة فى مصر ، نشأتها وتنميتها ومقترحات بشأن سياسة بديلة – ندوة التنمية الاقتصادية والاجتماعية للمدن الجديدة – ابريل – ١٩٨٦ .
- وزارة التخطيط " الخطة الخمسية للتنمية الاقتصادية والاجتماعية (١٩٨٣/٨٢ – ١٩٨٧/٨٦) "، وزارة التخطيط ، القاهره ، ١٩٨٢.
- وزارة التعمير والإسكان والمجتمعات الجديدة والمرافق العامه " الجداول التجميعية للمدن الجديدة حتى ١٩٩٤/٣/٣١ "، وزارة التعمير والإسكان والمجتمعات الجديدة والمرافق العامه ، القاهرة ١٩٩٤ .
- وزارة الإسكان والتعمير – استراتيجية المدن الجديدة لجمهورية مصر العربية – اللجنة العليا لتخطيط القاهرة الكبرى – الجهاز التخطيطى والتنفيذى – التخطيط الابتدائى العام للقاهرة الكبرى – ١٩٧٠ .
- وزارة الدولة للمجتمعات العمرانية الجديدة – مؤتمر مستقبل المجتمعات العمرانية الجديده ، القاهرة ٢٢– ٢٥ يناير ١٩٩٥

## المراجع الأجنبيه

*- Abdrabo, M. A. "New Urban Settlements. An Economic Evaluation of Current Progress in the Egyptian New Towns". Unpublished ph. D. Thesis, University of Liverpool, Liverpool.*

*-Duncan, O.D. "Optimum size of Cities", in Reader in Urban Sociology, Hatt, P. K. and A. J Reiss (Eds.) The Free Press, Illinois, pp. 632- 45, (1951).*

** Christopher Alexander. (A City is not A Tree) Architectural forum 1965.*

** Forbes Davidson- David Alan: (Urban Projects Manual).*

*- Sweco, "The Tenth of Ramadan Draft Master Plan", Ministry of Housing, New Communities and Utilities, Cairo, 1976.*

*- Sabour, "Sadat City Master Plan", Ministry of Housing, New Communities, and Utilities, Cairo, 1980.*

# البناء بالحجر بدون استعمال مواد لاصقه

د. م. / ممدوح كمال احمد شعبان

## مقدمه

كانت – ولا تزال – مشكلة توفير المأوى من الضروريات التى تشغل فكر الإنسان على مر الزمان ، وعبر رحلة تطوره ، ومع زيادة متطلباته الحياتية ازدادت بالتالى حاجته لأماكن مزاولته للنشاطات المختلفة وأصبحت أكثر تعقيدا.

" وعندما يتعلق الأمر بالبناء للفقراء فى المجتمعات الريفية والنائية والبعيدة عن الحضر والحضارة ، والتى تعانى من مشكلات اقتصادية قاسية ، فإن اللجوء إلى المخطط والمعمارى يعتبر من باب الرفاهية التى لايستطيع أن يتحملها الإنسان الفقير ، وبالتالى تكون هناك حتمية لإيجاد أبسط الحلول وأكثرها اقتصادا فإسكان الفقراء وما يحتاجونه من مبانى لممارسة نشاطاتهم تعتبر بناء تلقائيا يرد على حاجة الأسرة والمجتمع البسيط بتلقائية فى البناء والتعبير"[*1].

ولذا كان لزاما على الإنسان فى هذه المجتمعات أن يجد الحلول المناسبة لتحقيق هذه الاحتياجات معتمدا على خبراته الإنسانية وتجاربه الشخصية مستخدما لما حوله من مواد بناء بيئية طبيعية صالحه لهذا الغرض ، ومستعينا حينما يتطلب الأمر بخبرات المتخصصين من البنائيين والحرفيين فى هذا المجال.

" يعتبر الحجر كمادة إنشائية من أقدم المواد التى استخدمت ولازالت تستخدم فى العمارة البيئية حتى اليوم ، وقد استخدم بكفاءة فى كثير من دول العالم القديم كمصر وسوريا واليابان والصين وإنجلترا وبيرو"[*2] . ورغم اختلاف أنواع الحجر وتعدد طرق البناء به إلا أنه يمكن التفريق بين أسلوبين أساسيين ، يستخدم فى الأول المواد الرابطة اللاصقة (المونة) بين الأحجار المكونة للمنشأ على اختلاف أنواعها ومكوناتها ، أما فى الثانى فيتم البناء بدون مونه (Dry Construction System) ويتميز هذا الأسلوب بزيادة مقاومته لتأثير الزلازل. " وجدير بالذكر أن الصينيين قد استخدموا هذا الأسلوب فى بناء سور الصين العظيم"[*3] وفى مصر الفرعونية شيدت الأهرامات والمعابد الشامخة باستخدام الأحجار بدون مونة لاصقه.

## أولا : تعريف

يعتمد هذا الأسلوب فى البناء على استخدام الأحجار الموجودة فى الموقع أو القريبة منه . وغالبا ما تستعمل على حالتها الطبيعية (الأحجار الغشيمه) بدون أن تنحت وأحيانا يتم نحتها سواء لتوفير ثبات المداميك أو لتقوية بعض أجزاء المنشأ.

وأهم ما يميز هذه الطريقة هى عدم استخدام أى نوع من المواد الرابطة أو اللاصقة (المونه) فى إيجاد التماسك المطلوب بين الأحجار بعضها والبعض وبين العناصر الإنشائية المختلفة المكونة لهيكل المبنى.

وبدلا من هذا يتم تحقيق هذا التماسك والترابط عن طريق:

١- وزن الأحجار المستخدمة فى البناء.

٢- طريقة وأسلوب رصها سواء فى المداميك الأفقية أو فى تشكيل الأسقف بأنواعها المختلفه.

٣- أبعاد وشكل الأحجار المستخدمه.

*١ عن :" عمارة الفقراء والمعماريون الحفاه" – أ.د. عبد الباقى ابراهيم – مجلة عالم البناء – العدد ١٦٦.

*٢ مواد الإنشاء المحلية والعمارة البيئية – د. حسن كامل – ندوة علمية عن المعمارى الرائد حسن فتحى – كليه الفنون الجميلة.

*٣ نفس المرجع السابق.

## ثانيا: نشأتها وأماكن تواجدها - تطورها التاريخى

أمكن العثور على أمثلة لهذه الطريقة للبناء فى جميع أنحاء العالم . فيوجد نماذج واضحة لها فى أسبانيا - فرنسا-إيطاليا- يوغوسلافيا - اليونان - إنجلترا-ايرلندا - سردينيا. وفى المنطقة العربية : فلسطين- الأردن- اليمن - سلطنة عمان ، وفى أماكن كثيرة فى شمال وجنوب أفريقيا (شكل ١).

وغالبا ما استخدمت هذه الطريقة فى المناطق الريفة ولاتزال مستخدمة حتى الآن ، ولكن على نطاق ضيق لأسباب سيأتى ذكرها.

يرجع استخدام هذا الأسلوب فى البناء إلى ما قبل التاريخ ، فاستخدم فى العصر الحجرى ثم العصر البرونزى- ووجدت آثار باقية من العصر الرومانى تتمثل فى قلاع وأسوار دفاعية شيدت باستخدام هذا الأسلوب.

فى أوروبا ، فى الفترة ما بين القرن الثانى عشر والرابع عشر بنيت بهذا الأسلوب مساكن الفقراء والجماعات التى لم تجد لها مكانا فى المجتمعات الأصلية، وذلك بسبب عدم وجود فرص عمل تضمن لهم حياه مستقره وأحيانا لأسباب أخرى مثل أصابتهم بالأوبئة. ولهذه الأسباب اضطرت هذه الجماعات لتشكيل مناطق إسكان خارج نطاق المدن والقرى بدأت بانوية صغيرة ثم نمت مكونة وحدات أكبر حجما وأعقد تكوينا وأوسع انتشارا.

ولقد شهد القرن الثامن عشر أكبر انتشار وتواجد لهذا النوع من الإنشاء ، وذلك لأن هذه الفترة قد تميزت بالتطور والتقدم فى المجال الزراعى فى أوروبا ، وصاحب ذلك نمو سكانى ملحوظ ، وتطلب ذلك محاولة الاستفادة من كل الأماكن المتاحة والاستغلال الأقصى لقدرات الأيدى العاملة وفتح مجالات جديدة للنشاط والإنتاج مثل تربية الماشية والطيور وتربية النحل وزراعة الحدائق وصناعات غذائية مثل صناعة الجبن والزيوت وقد استلزم القيام بهذه النشاطات توفير المبانى والأسوار، والحظائر والمناحل اللازمة لمزاولتها والقيام بها (شكل٢،٣) . وبالنسبة لممارسة نشاط الرعى قد تطلب إحاطة مساحات من المراعى بسور(شكل٤).

وكان الاحتياج الأول والأساسى هو استغلال الأراضى الزراعية للحد الأقصى ، مما تطلب إزالة الأحجار الموجودة بالأراضى الصالحة للزراعة حتى يمكن زراعتها واستغلالها ومن ثم التفكير فى استغلال والاستفادة من هذه الأحجار المزالة. كل هذه النشاطات والإجراءات كانت نابعة من ضرورة ملحة لمواجهة متطلبات المعيشة لكل هذه الأعداد المتزايدة من العائلات الفقيرة.

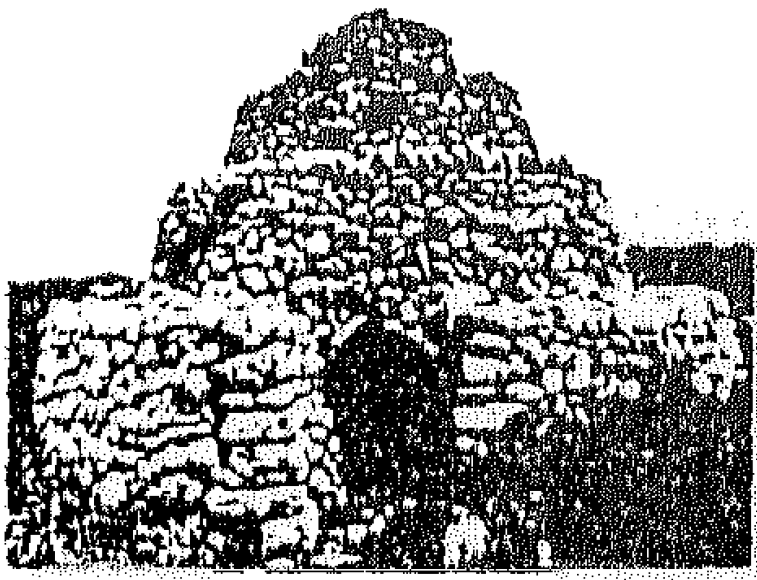
فى القرن التاسع عشر وحتى بداية القرن العشرين استمرت طريقة البناء بالأحجار بدون مواد لاصقة فى التطبيق ولكنها بدأت تتخذ أساليب أكثر دقة وتعقيدا وإتقانا.

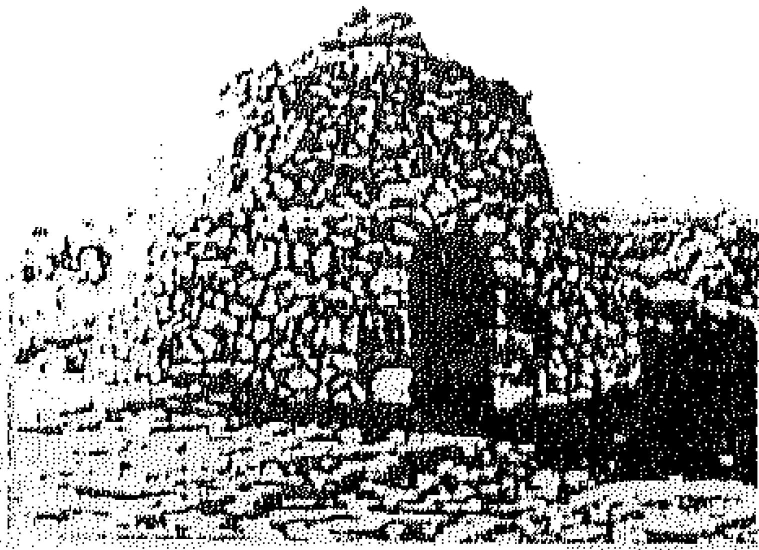
طبقت أشكال (Forms) جديدة فى هذه الفترة جاءت نتيجة البحث عن إضافة قيم جمالية لهذا الأسلوب فى الإنشاء ، فاستخدمت التغطيات المميزة مثل القباب والقبوات (Domes and Vaults) ، كما استخدمت الأخشاب فى تنفيذ الأسقف والأرضيات (شكل١،٥،٦،٧،٨) تم إنشاء الطرق (شكل ٩) والحوائط الساندة (شكل١٠) فى المناطق الجبلية شديدة الانحدار (مثل جنوب فرنسا ) للحصول على مساحات مسطحة صالحة للزراعه.

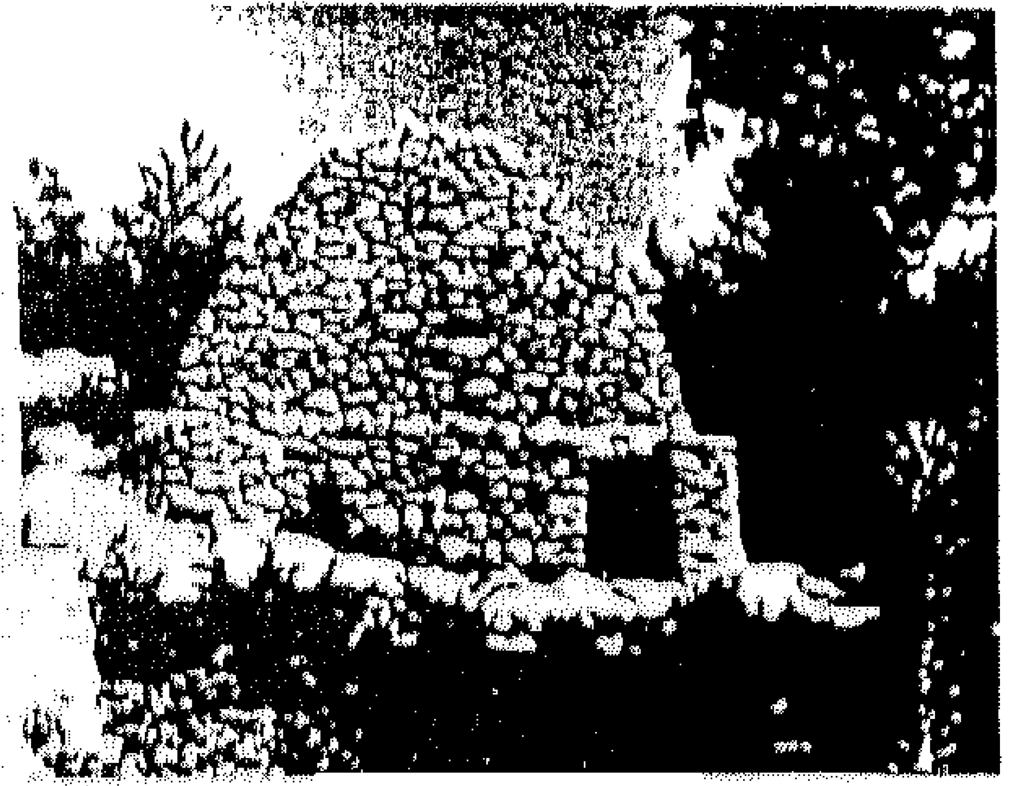
استخدم نفس الأسلوب الإنشائى فى المناجم (شكل ١١) وفى تمهيد الطرق فى المناطق مختلفة المستويات على شكل مدرجات( شكل ١٢).

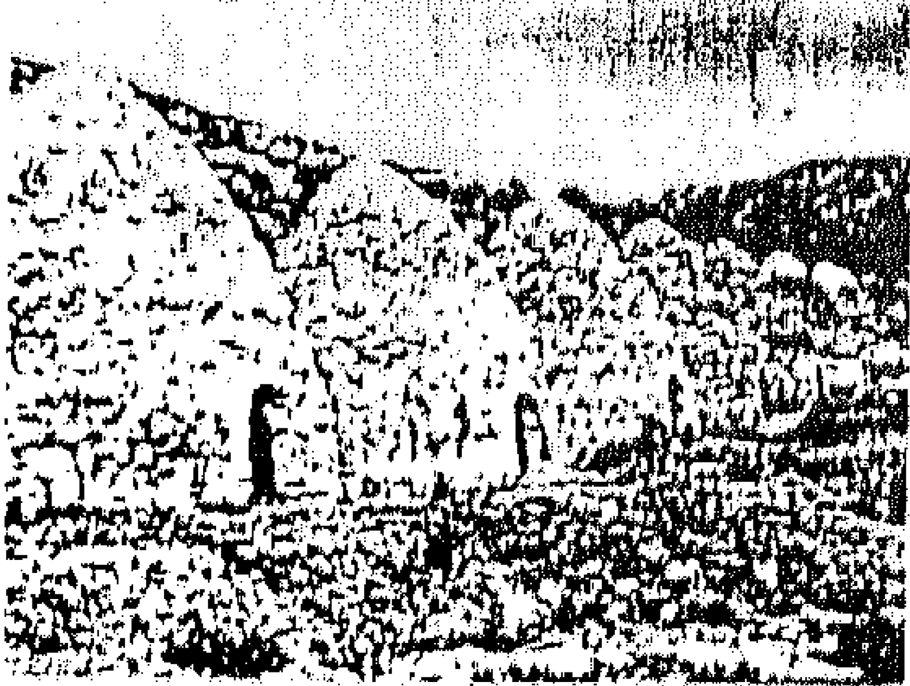
كانت هذه الأفكار والمجالات الجديدة والمتطورة تنتقل غالبا مع حركة المهاجرين من البلاد المجاورة (مثلما حدث بالنسبة للإيطاليين المهاجرين لجنوب فرنسا ) الذين حملوا معهم طرقهم الخاصة وأساليبهم الحديثة فى فن الإنشاء بالحجارة بدون مواد لاصقه.

وكان من نتيجة هذا الانتشار مع حركة التطوير فى هذه الفترة الزمنية أن حصل هذا الأسلوب من البناء على ثقة وشعبية كبيرة لدى الكثير من الناس ، والأكثر من ذلك أنه أصبح يمثل جزءا من أسلوب حياتهم وعاداتهم ، لدرجة أن البعض منهم عندما مارسوا نشاطات مختلفه ، مثل الصيادين فى الغابات فى بيئات مختلفة تحتوى على مواد أخرى للبناء مثل الأخشاب، فضلوا بناء أكواخهم بنفس مادة البناء وبنفس أسلوب الأحجار الجافه.

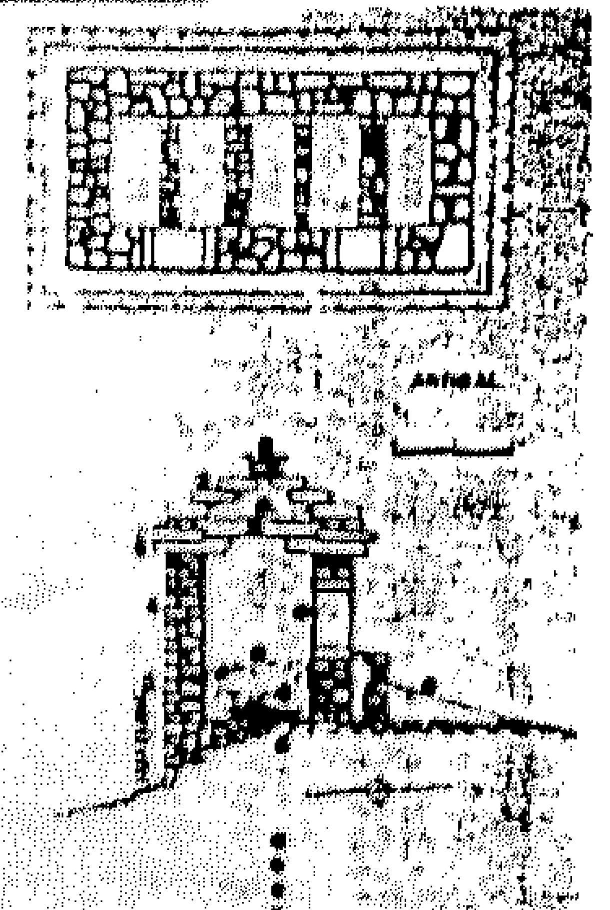

جزيرة مايوركا


جزيرة مايوركا

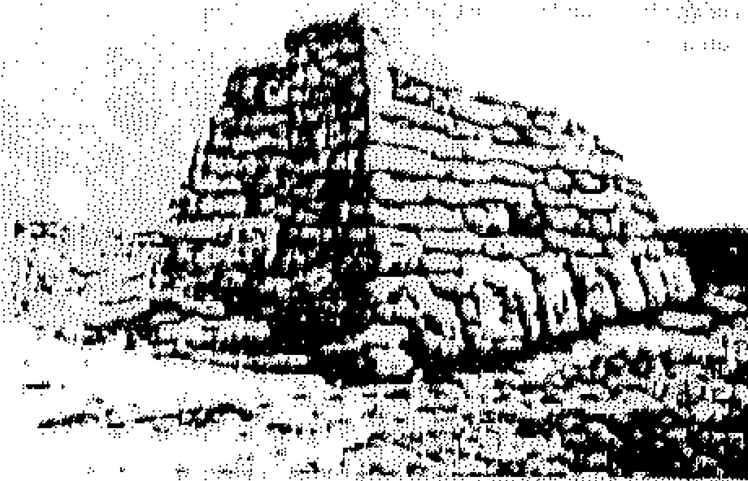

نيس - فرنسا

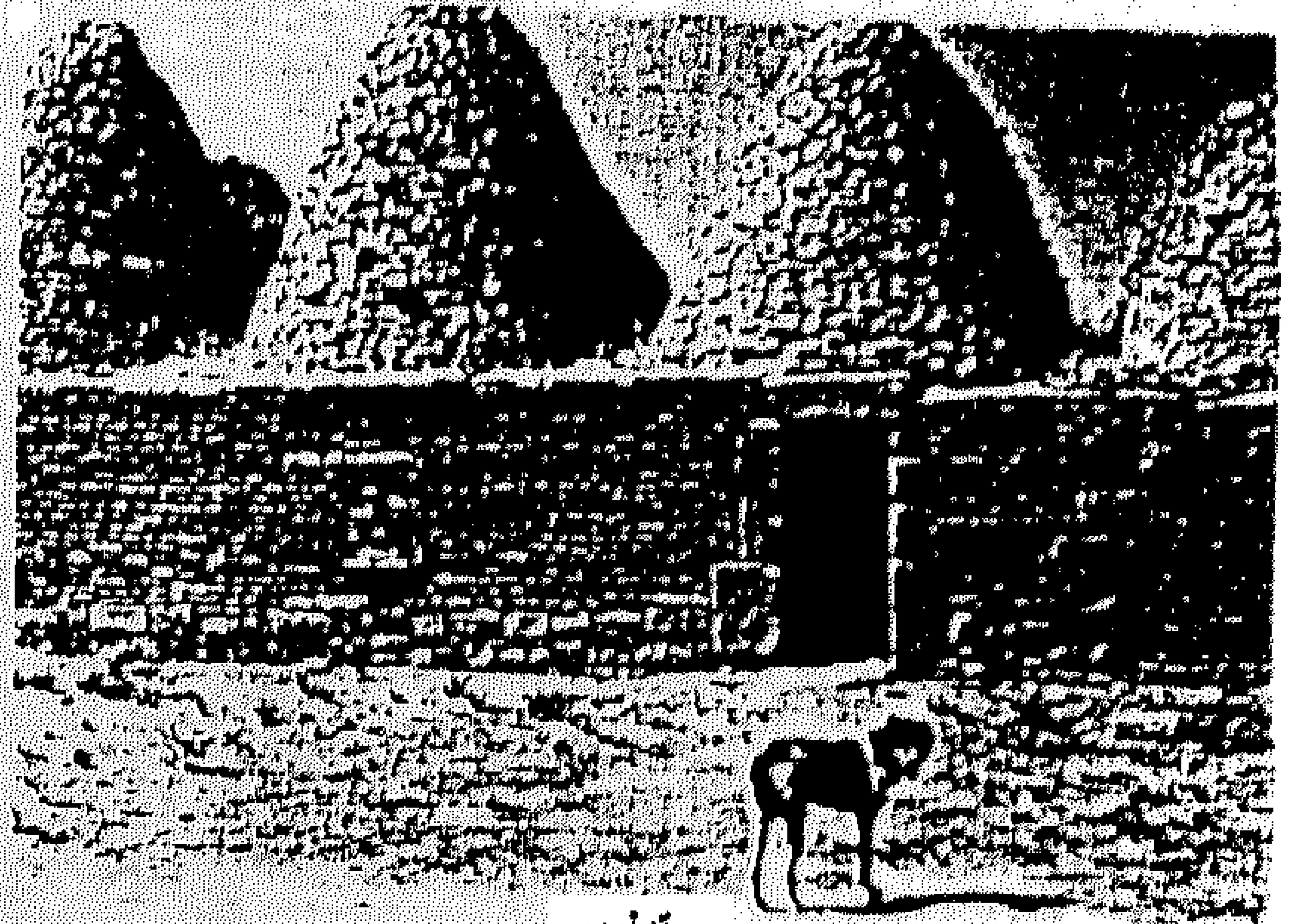

كاليفورنيا - أمريكا

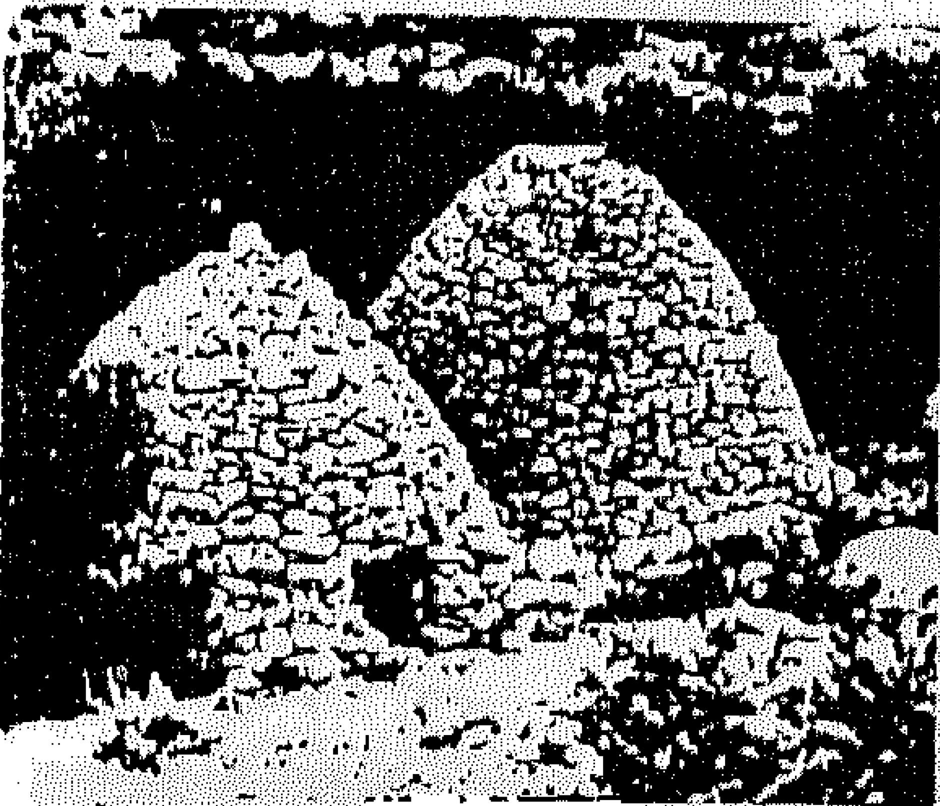

غرب فرنسا


المكسيك


نيس - فرنسا


جزيرة كريت

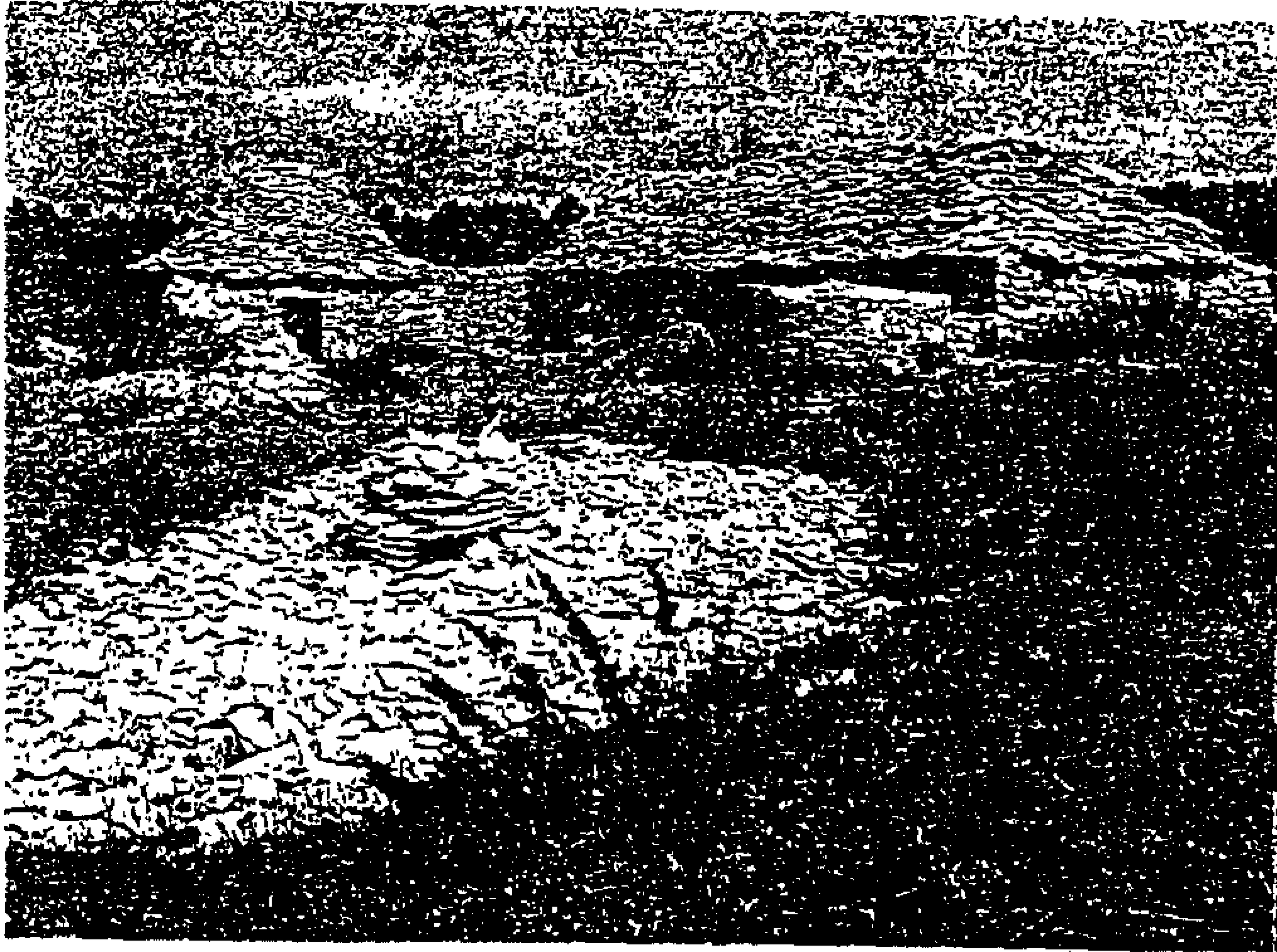

تونس


نيس فرنسا


جزيرة كريت


تونس

شكل رقم ١

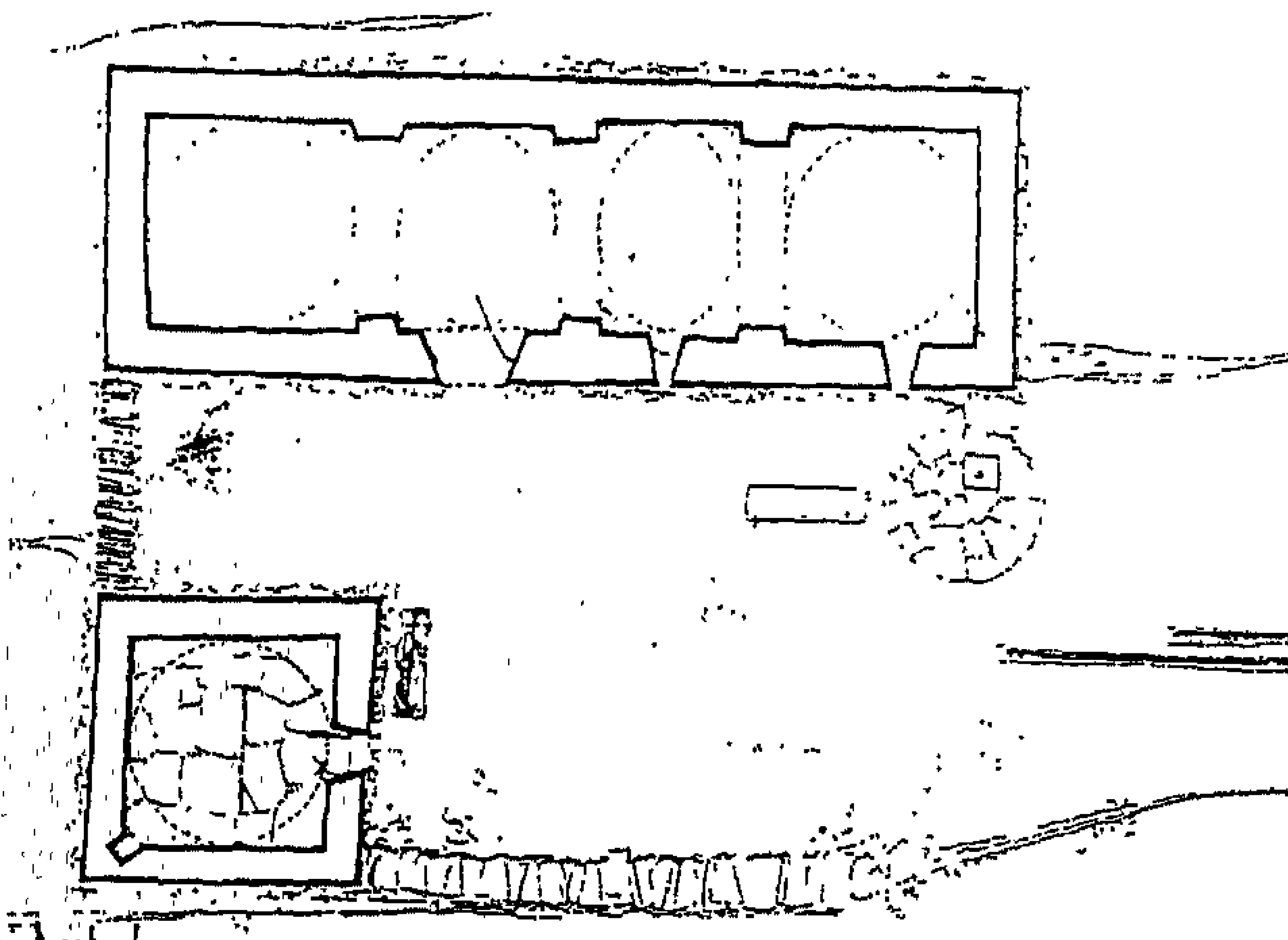




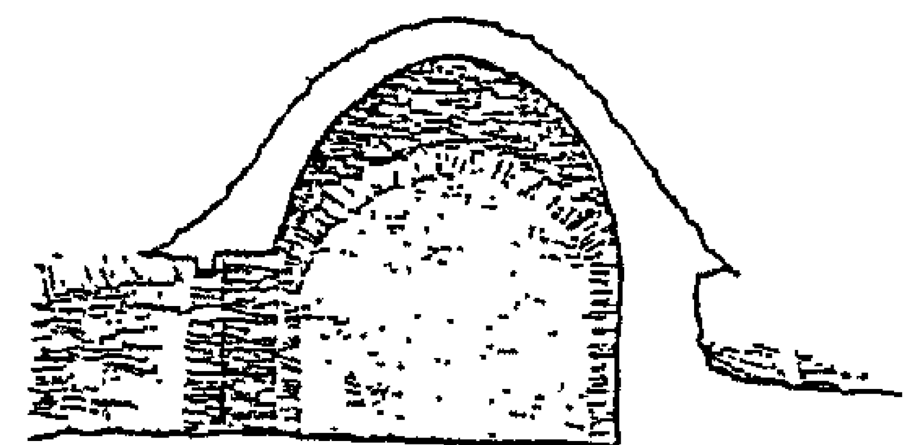
الحظيرة من الداخل



حظائر الماشية وسكن الراعى



مسقط أفقى

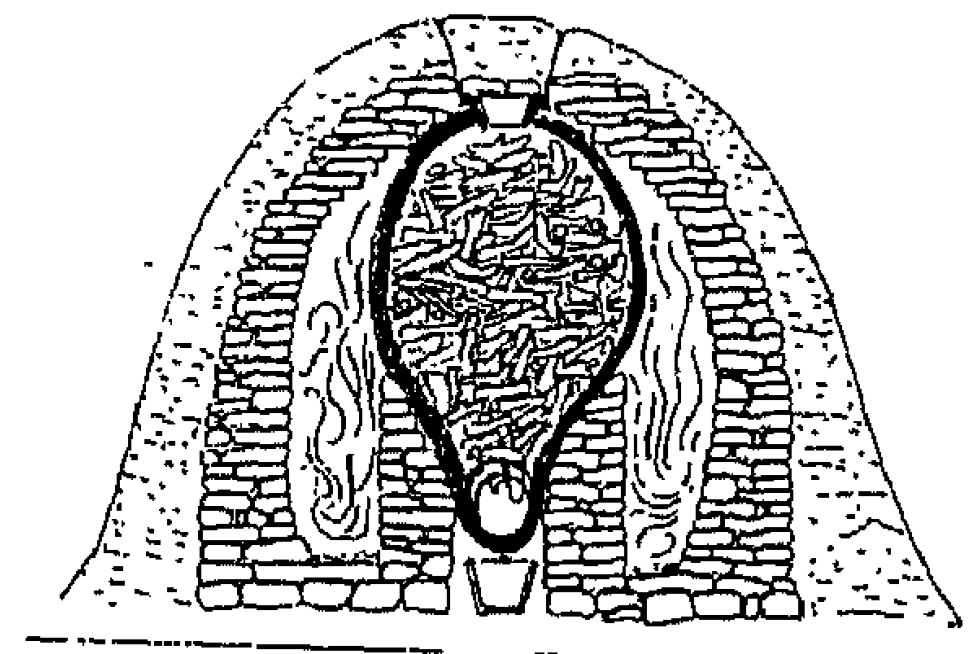


قطاع رأسى

شكل رقم ٢



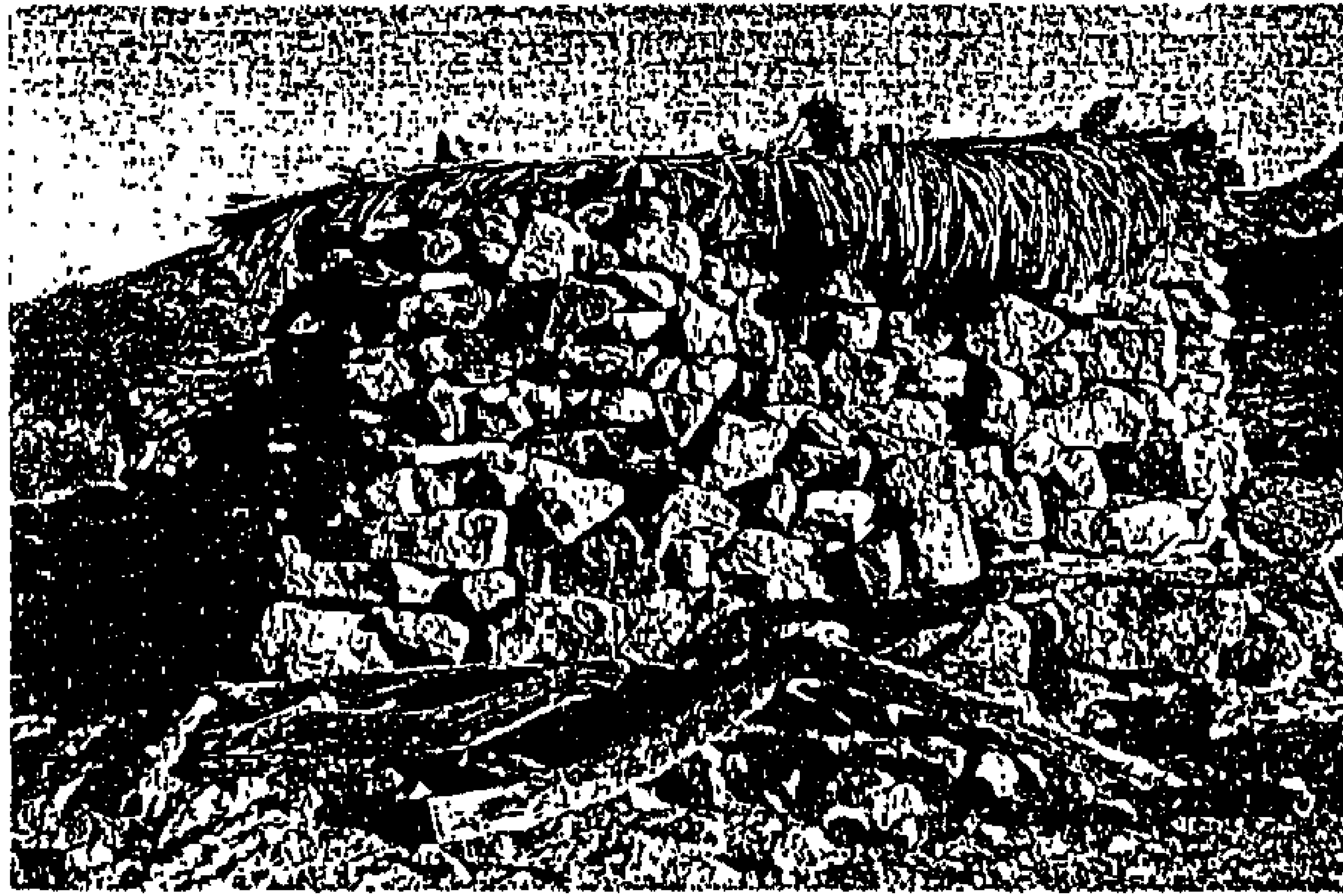
شكل رقم ٤ – سور يحيط بمنطقة المراعى



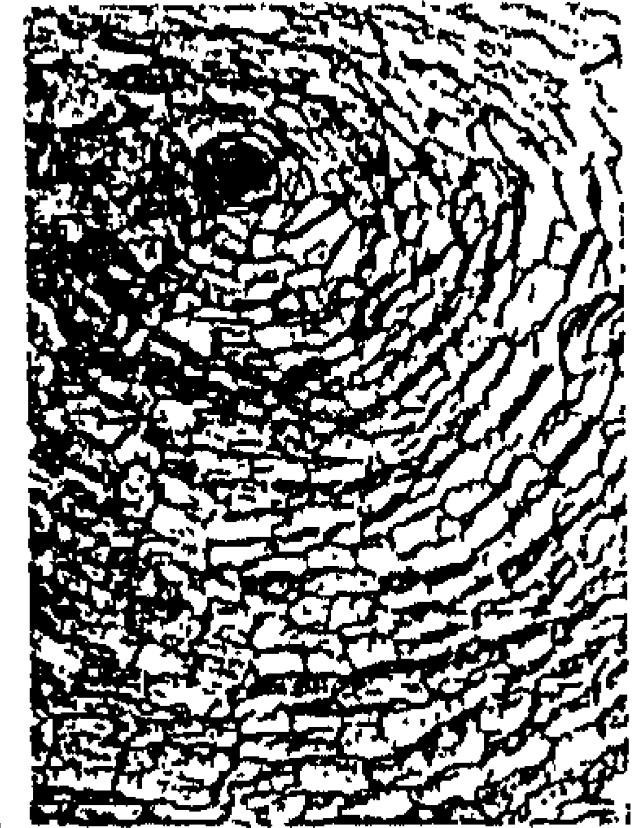
شكل رقم ٣ – فرن لاستخراج الزيوت
قطاع رأسى



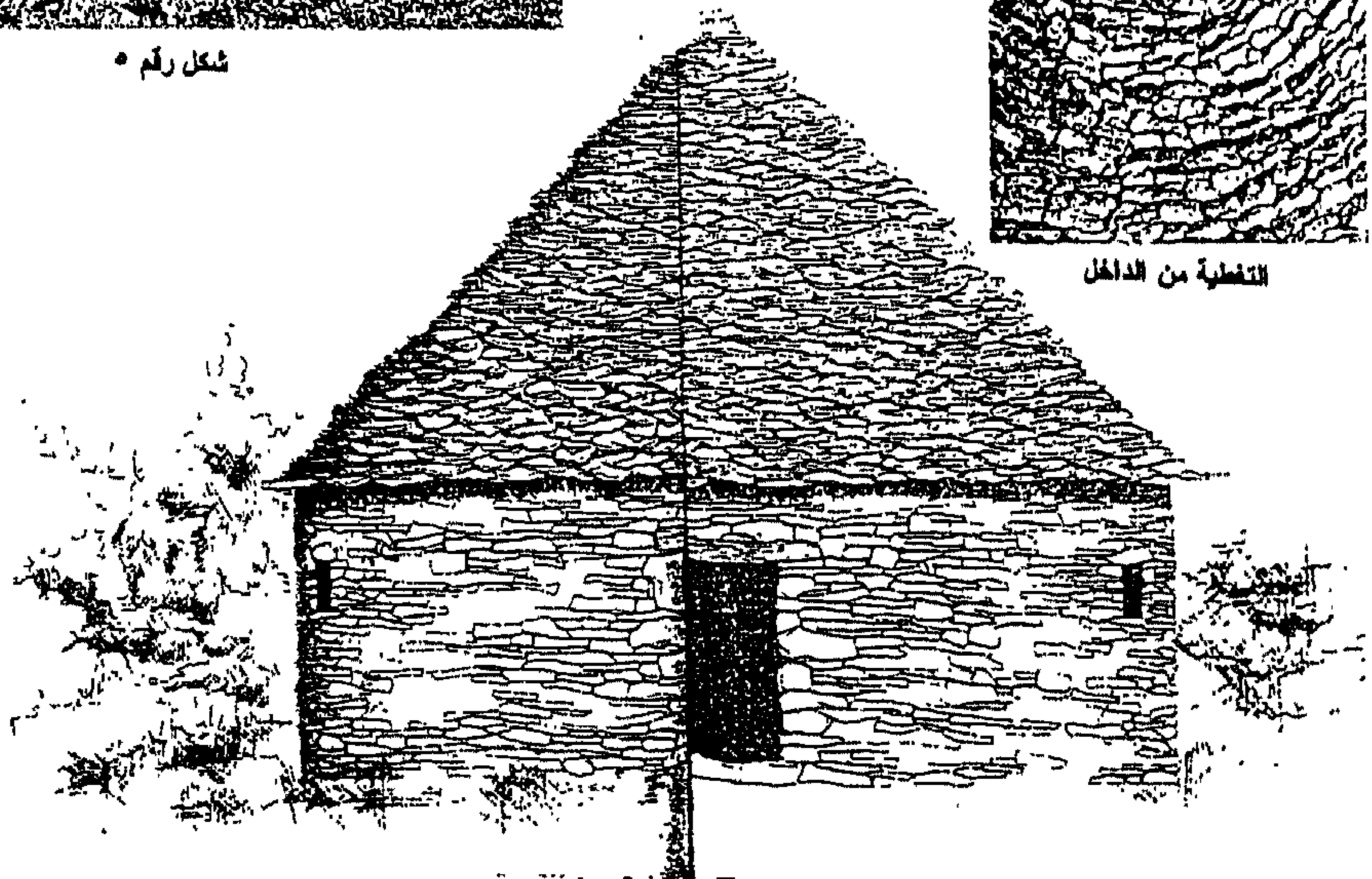
آثار منطقة بات في عبرى ،
سلطنة عمان
منازل بسيطة



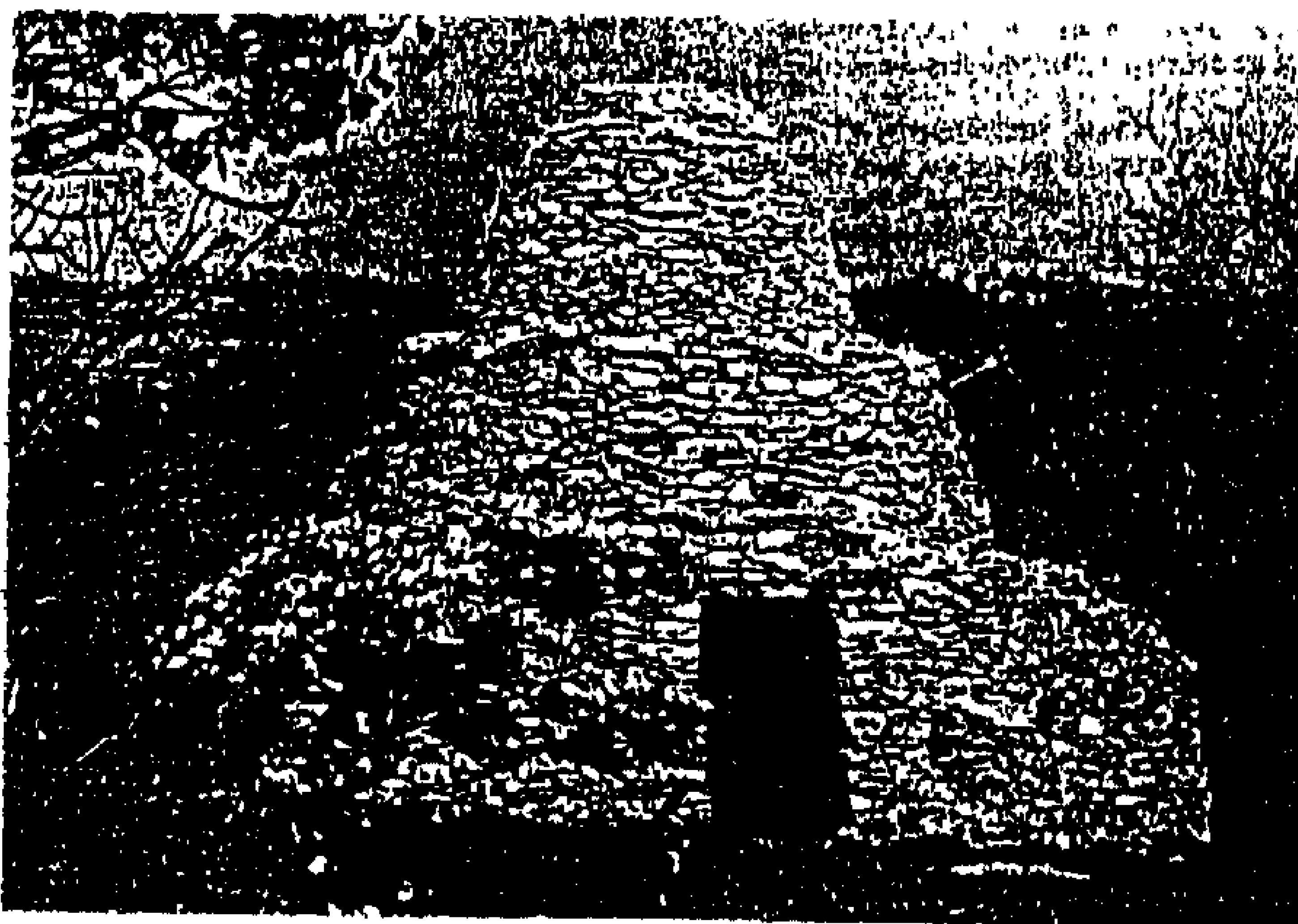
شكل رقم ٥



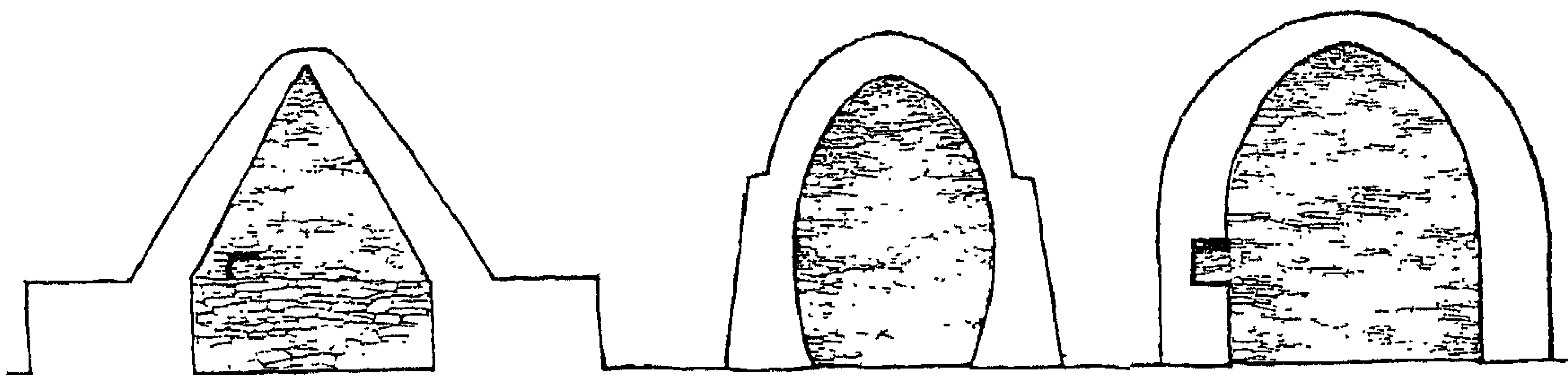
التغطية من الداخل



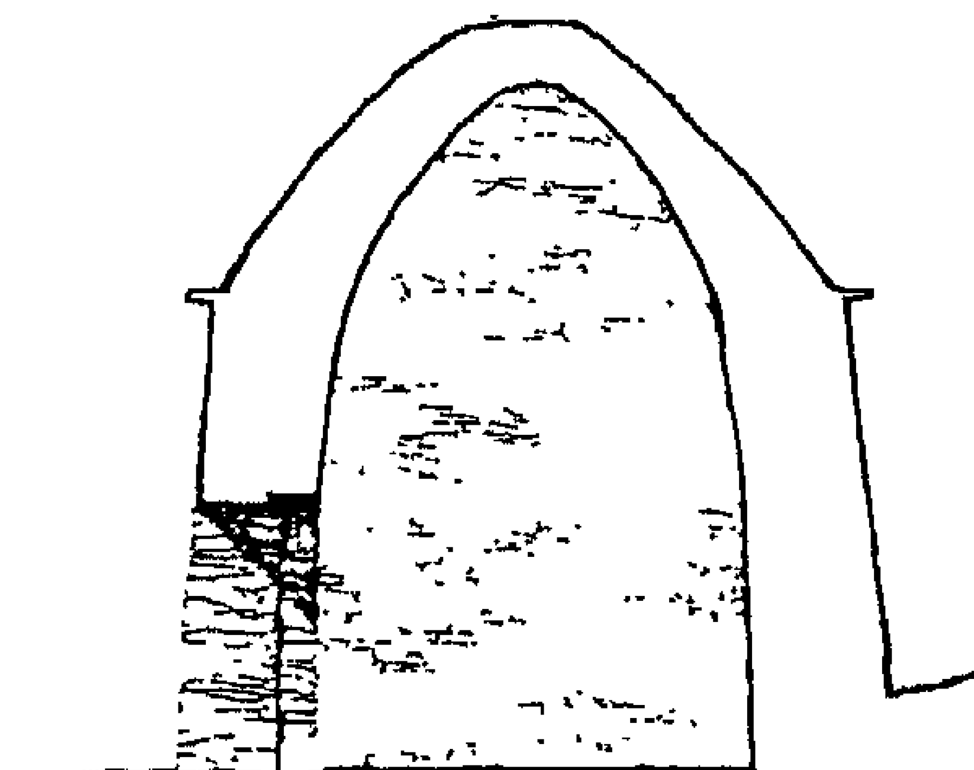
شكل رقم ٦ - واجهة التغطيات المخروطية

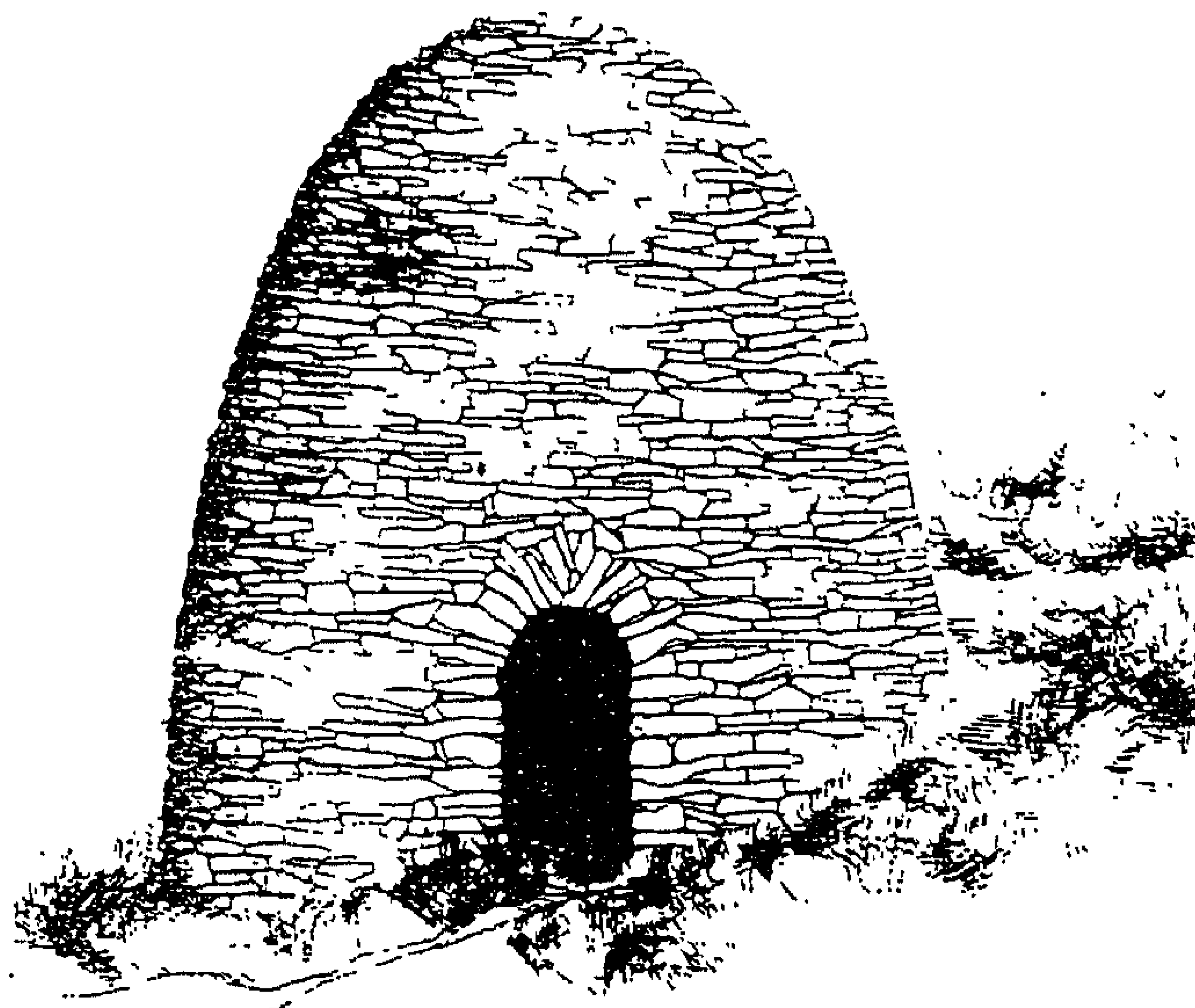


شكل رقم ٧ - تغطيات على شكل قباب

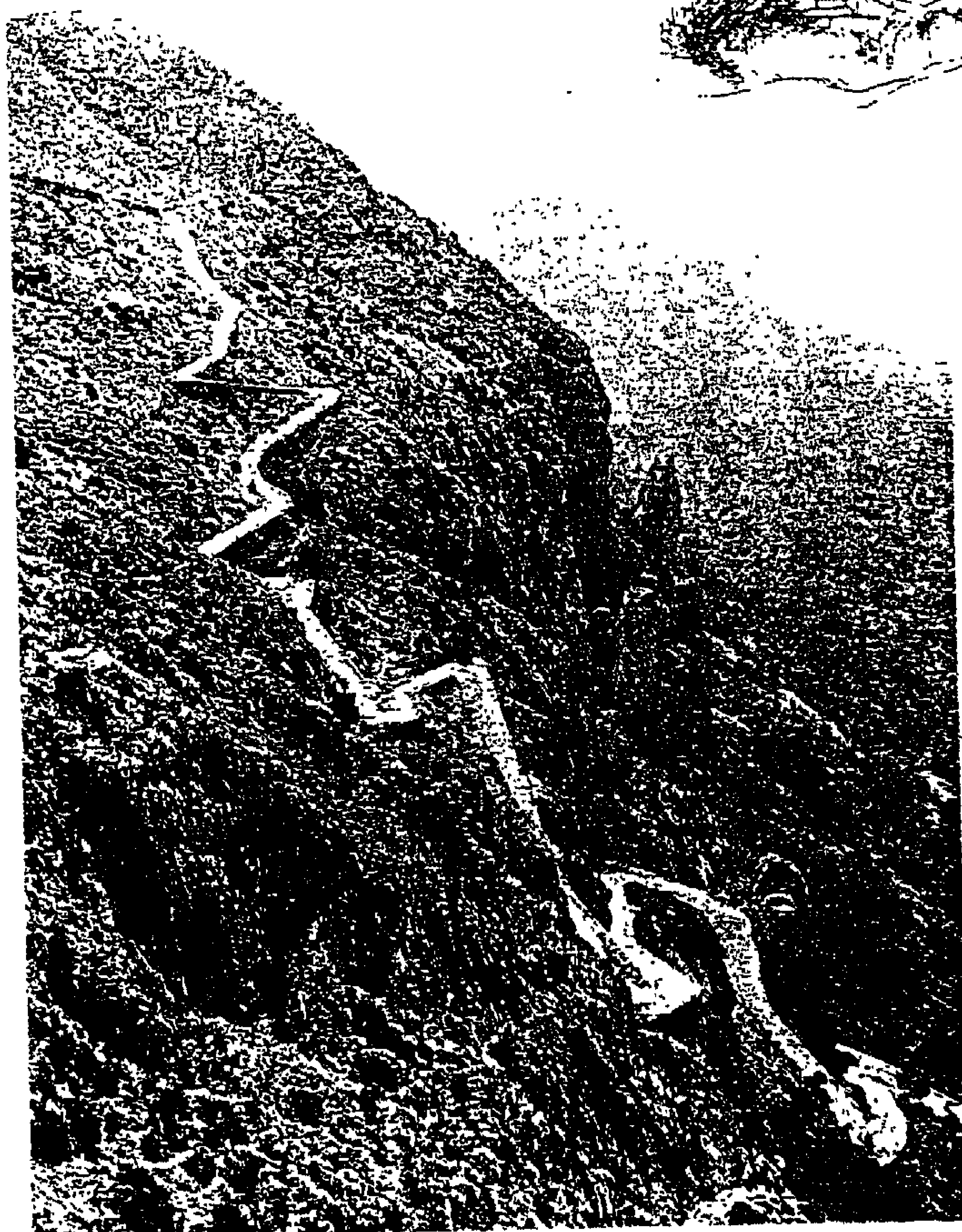


قطاعات رأسية توضح أشكال التغطيات

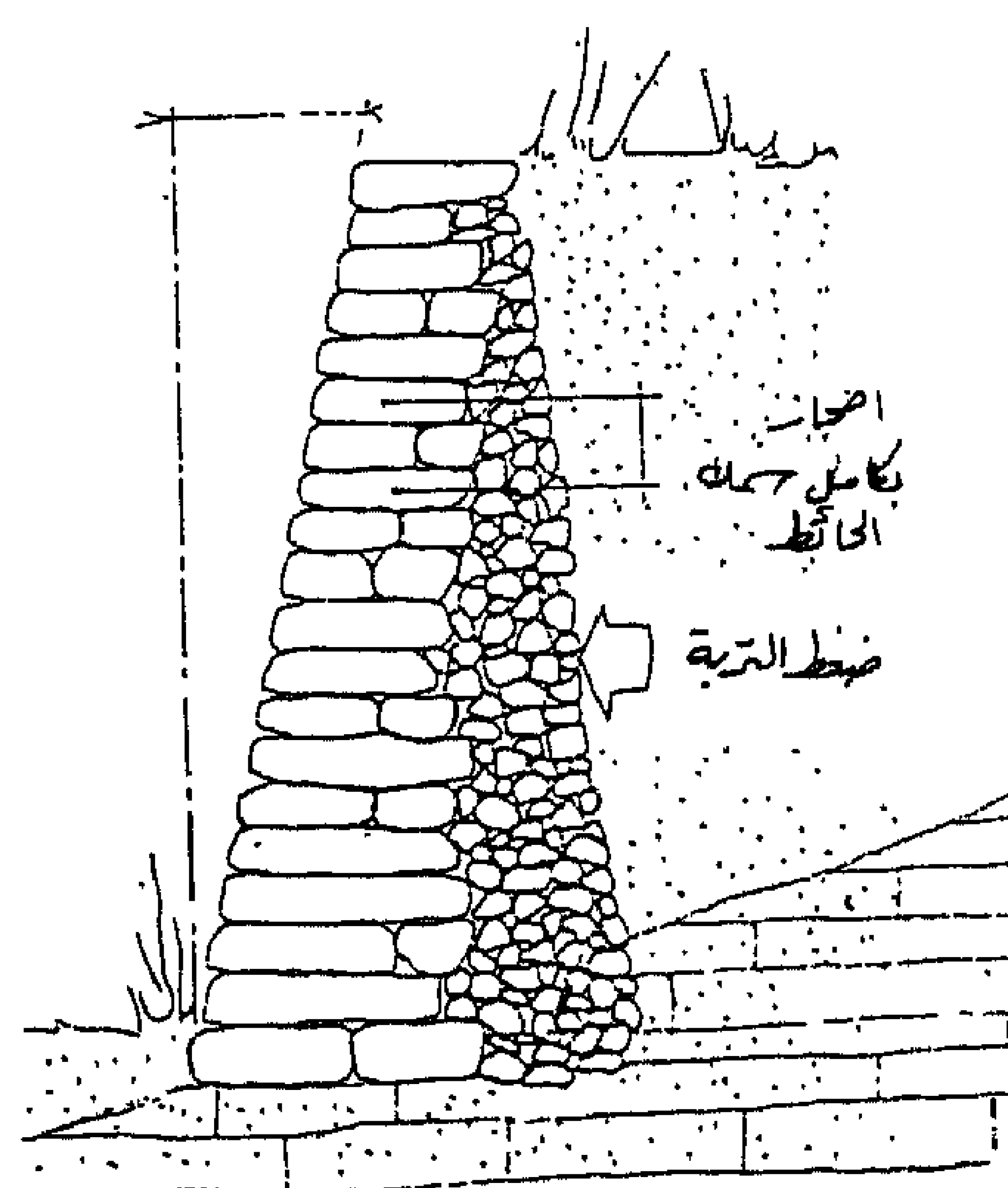




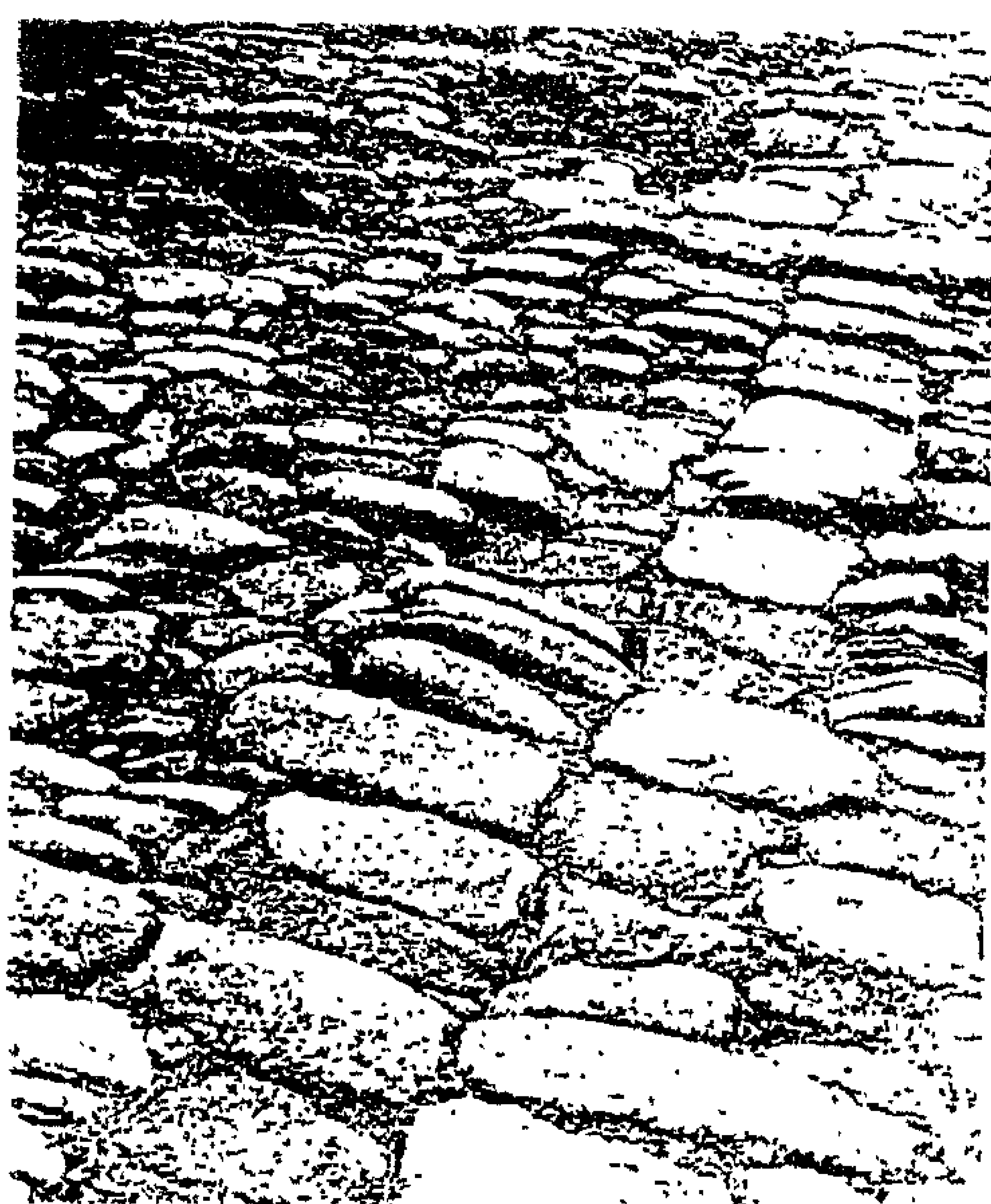
شكل رقم ٨ – تغطية على شكل قبة



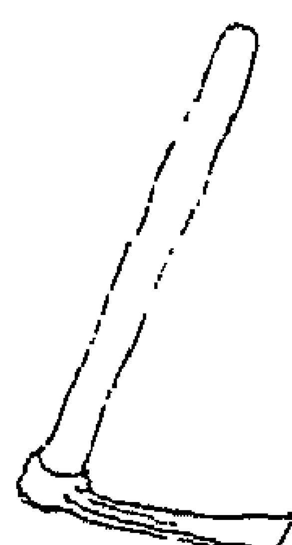
شكل رقم ٩ – الطرق الجبلية



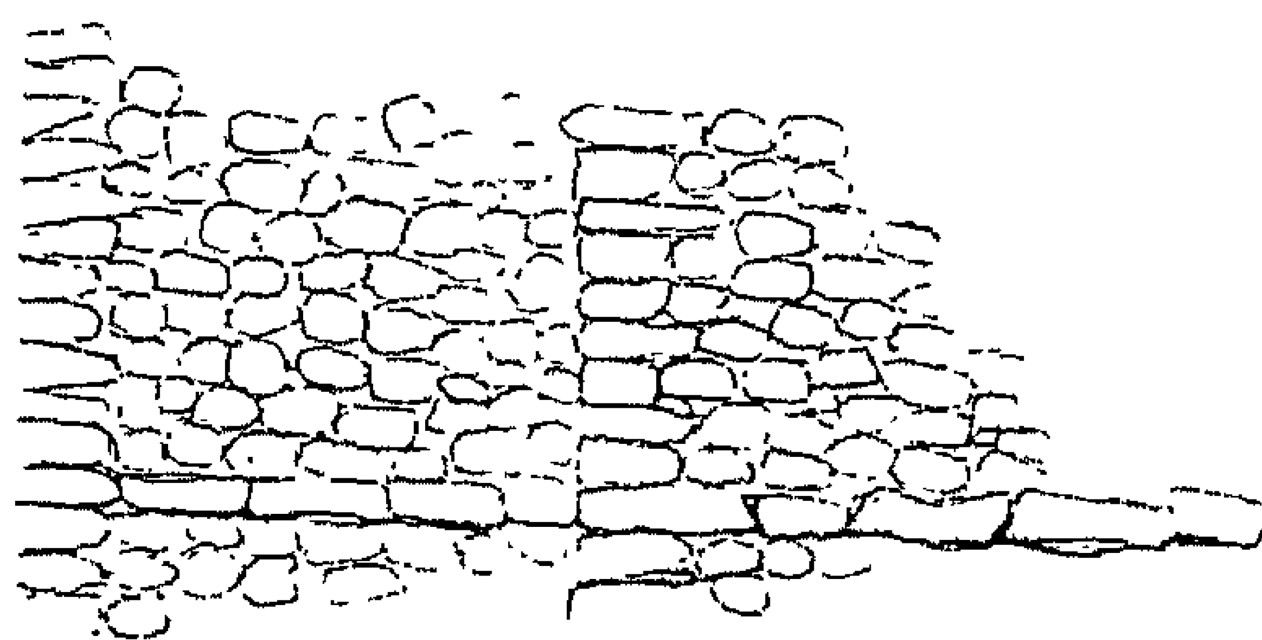

شكل رقم ١٠ – الحوائط الساندة
قطاع رأسى

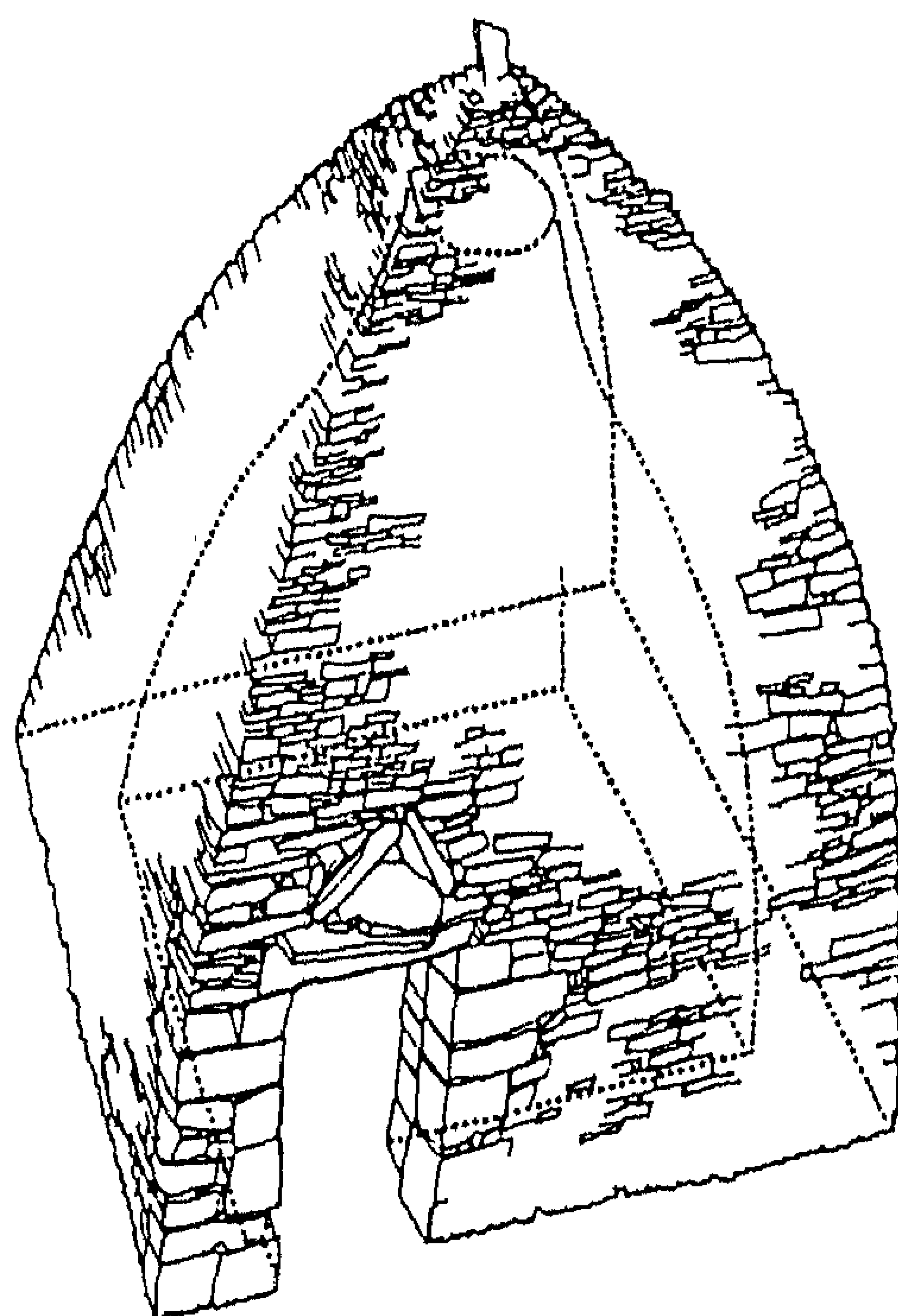

شكل رقم ١٢ – رص الأحجار فى الطرق المتدرجه


شكل رقم ١١ – منجم من الداخل


إحدى الأدوات المستعملة فى تهذيب الأحجار




شكل رقم ١٢ – طريقة رص الأحجار فى الطرق المتدرجة


شكل رقم ١٣ – كوخ بسيط – المسقط الأفقى مربع

وقد وجدت هذه الطريقة فى البناء دائما جنبا إلى جنب مع أساليب الإنشاء التقليدية المعروفة مثل البناء بالطين على سبيل المثال.

## ثالثا : الأسباب التى أدت لاستخدام هذا الأسلوب

### ١- تواجد مادة البناء

لقد كان تواجد الأحجار فى الموقع ودون الحاجة للبحث عنها أو نقلها أو تجهيزها عاملا أساسيا شجع على استخدامها فى البناء.

### ٢- الحاجة لاستغلال الأراضى الزراعيه

وهو ما تطلب إزالة هذه الأحجار من الحقول لإمكان زراعتها ، ثم تجميع هذه الأحجار فى أماكن محدودة لا تستهلك جزءا كبيرا من الأرض ، وفى نفس الوقت رصها بطريقة تضمن لها الثبات وعدم الانهيار.

### ٣- توافر ورخص الأيدى العامله

فلقد تواجدت فى المناطق التى تم فيها اتباع هذا الأسلوب فى البناء عائلات تتكون معظمها من أعداد كبيرة ضمت أطفالا وكبار السن ، أمكن اشراكهم فى عملية إزالة الأحجار وتجميعها بسهولة . فهى عملية لا تتطلب مهارات خاصة أو تدريبا مسبقا، وإنما تتطلب مجهودا ، وكثيرا من الوقت .

## رابعا : جهود الحرفيين فى الاستمرار والتطوير

تتطلب هذه الطريقة من البناء معرفة حرفية خاصة بأسلوب رص الأحجار لتكوين العناصر البنائية المختلفة حتى يمكن الحصول على المساحات اللازمة للوظائف المختلفة المطلوبة مع عدم فقدان نسبة كبيرة من المكان ، وذلك بسبب ضخامة مادة الإنشاء المتمثلة فى الأحجار ذاتها ، وفى نفس الوقت يجب الحصول على المتانة اللازمة لممارسة النشاطات التى أنشئ من أجلها المبانى.

ومع توريث هذه الحرفة من الآباء للأبناء جيل بعد جيل كان هناك دائما الحرفيون المتخصصون فى فن البناء بهذه الطريقة، والذين كان يتم اللجوء إلى خبراتهم عند التعرض لمبنى يتعدى فى حجمه المقياس المعتاد ، أو فى حالة بناء حوائط ساندة أو حوائط لحمايه المزارع بمقياس كبير. وبالأخص عند الرغبة فى استخدام أنواع معقدة من التغطيات فى الأسقف كالقباب والقبوات .

وفى كل هذه الأحوال كانت العائلة صاحبة المبنى تعمل تحت قيادة الحرفى المتخصص الذى يستدعى خصيصا للاستعانة بخبرته . أما بالنسبة للمباتى الغير سكنية فكان هناك دائما الحرفيون المتخصصون فى المناجم والمحاجر وأعمال الطرق وغيرها...

## خامسا : طرق الإنشاء وأساليبه المختلفه

### ١- الأكواخ السكنية البسيطه

#### أ- التكوين العام

كان المسقط الأفقى فى حالة المنازل البسيطة وكذلك الأفران (شكل ٣) على شكل مربع أو مستدير ينتهى بسقف مقبى (Vaulted) أو يغطى بقبة (Dome) (شكل ١٣،٦) أما فى حالة المبانى الأكبر مساحة نجد المسقط الأفقى مستطيلا وينتهى من أعلى بسقف على شكل هرمى (شكل ١٤،١٥،١٦) أو ينتهى بقبو (Vault) (شكل ١٧) وفى أحيان أخرى تبنى الحوائط الحاملة بالأحجار بنفس الطريقه ، ثم تستخدم الأخشاب فى عمل كمرات السقف المائلة التى تحمل أرضية أو سقفا نهائيا من الخشب أيضا يغطى فى حالة السقف النهائى بسقف الحجر المفلطح (شكل ١٨،١٩) وحتى يمكن تخيل الوزن الكبير للأحجار فإن الكوخ الصغير يحتوى على كمية من الأحجار تزن ٣٠-٥٠ طنا . أما المنازل الكبيرة فيتراوح وزن الأحجار بها ما بين ١٥٠-٢٠٠ طنا.

#### ب- الحوائط الحامله

تزداد الحوائط سمكا فى الجزء السفلى وتقل سمكا مع الارتفاع (شكل ٢٠-٢١) وهو ما يتمشى مع توزيع القوى الإنشائية المنقولة من السقف عن الحوائط قبل أن توزع على التربه ، وهو نفس التدريج الذى نلاحظه فى طرق الإنشاء الأخرى المستخدمة للمواد الطبيعية .

يتم رص الأحجار بنفس الوضع الذى وجدت عليه فى الطبيعه - فتعرضها للعوامل الجوية من أمطار ورياح أدى إلى أن يكون لها سطح علوى وسطح سفلى - أكتسب السطح

العلوى بفعل عوامل التعرية ملمسا ناعما بينما احتفظ السطح السفلى بخشونة طبيعية أفادت فى قوة التماسك بين المداميك المتتالية للأحجار .

ترص الأحجار بشكل أفقى مما يعطيها استقرارا وثباتا أكبر. وحتى يتم هذا يجب أولا القيام بعملية فرز وتصنيف لها تبعا لسمكها حتى يمكن وضع الأحجار ذات السمك المتقارب فى نفس المدماك ، وهو عمل يتطلب وقتا وجهدا كبيرين.

فى ايرلندا استخدمت طريقة أخرى ترص فيها الأحجار بشكل مائل ، مما يطلق عليه (شوك السمك) فهو يماثل الأشواك المكونه للسلسلة الفقرية للاسماك ، وهذه الطريقة تعطى نتائج أفضل من حيث تماسك وثبات البناء (شكل ٢٢).

يجب مراعاة الاستقرار الكامل لكل حجر مع ما تحته بمعنى أن وجود نوع من الأرجحة عند وضع الحجر يؤدى إلى عدم ثبات الحائط وقد يؤدى إلى انهياره . وللوصول إلى هذا الوضع المستقر يجب البحث عن الوضع الأفضل لكل حجر حتى يصبح مستقرا تماما مع ما تحته ، ويستلزم هذا تغيير الحجر عدة مرات قبل أن نحصل على القطعة التى يتوافق شكلها مع ما تحتها . ويستخدم للوصول لهذا الهدف أنواع من الأدوات اليدوية البسيطة يمكن بواسطتها إزالة الجزء الذى يعوق الاستقرار.

تملأ الفراغات المتبقية فى النهاية بأجزاء من الأحجار الصغيرة ، ولكن لا يجب استخدامها للوصول إلى استقرار الطبقات بل فقط لسد الفراغات الظاهرة من الخارج.

وبالطبع ، يجب أن ترص الأحجار بطريقة متعاكسة (قطع حل) بمعنى ألا يستمر الفاصل بين قطعة وأخرى بشكل رأسى فى مدماكين متتاليين ، وأحيانا يفضل وضع قطعة كبيرة من الحجر من حين لآخر لتأخذ سمك الحائط بالكامل (شكل ٢٠،٢٤) ويتم ملء الفراغات البينية أثناء عملية البناء فى سمك الحائط كله بخليط من الأحجار الصغيرة والتربة الجافة دقيقة الحبيبات ، هو ما يعطينا مزايا العزل ضد الرياح والحشرات والرطوبه.

جـ- البروز المتتابع (Encorbellement)

وهى الطريقة التى تمكن من الاستغناء عن الشدات لإتمام بناء الأسقف ، ويتم عن طريق عمل بروز بمقدار سمك قطعة الحجر فى كل مدماك (شكل ٢٠،١٦) وهو أسلوب يتطلب أيضا كثيرا من الجهد والوقت ، ولكنه يعطى صلابة جيدة للمنشأ.

فى الجزء الأخير من التغطية (السقف) ، يزيد مقدار البروز لإمكان غلق التكوين الإنشائى من أعلى.

وبالنسبة للقباب فيجب الإسراع من الانتهاء من بنائها لضمان تماسكها . وقد وجد أنه كلما كانت القباب مدببة كانت أكثر صلابة وقوة . وقد شاع استعمال هذه القباب المدببة فى أوائل القرن العشرين ، أما فى حالة المبانى الكبيرة (كما هو الحال فى قرية جورد "Gordes" فى جنوب فرنسا فيضطر للاستعانة بكمرات من الخشب توضع بين كل الحائطين المتقابلين وذلك لمنعها من الانهيار قبل إتمام البناء . وبعد الانتهاء من البناء تترك هذه الكمرات حيث تستخدم كأدوار داخلية أو كمسطحات للتخزين (شكل ١٨،٢٥) .

د- الكرانيش

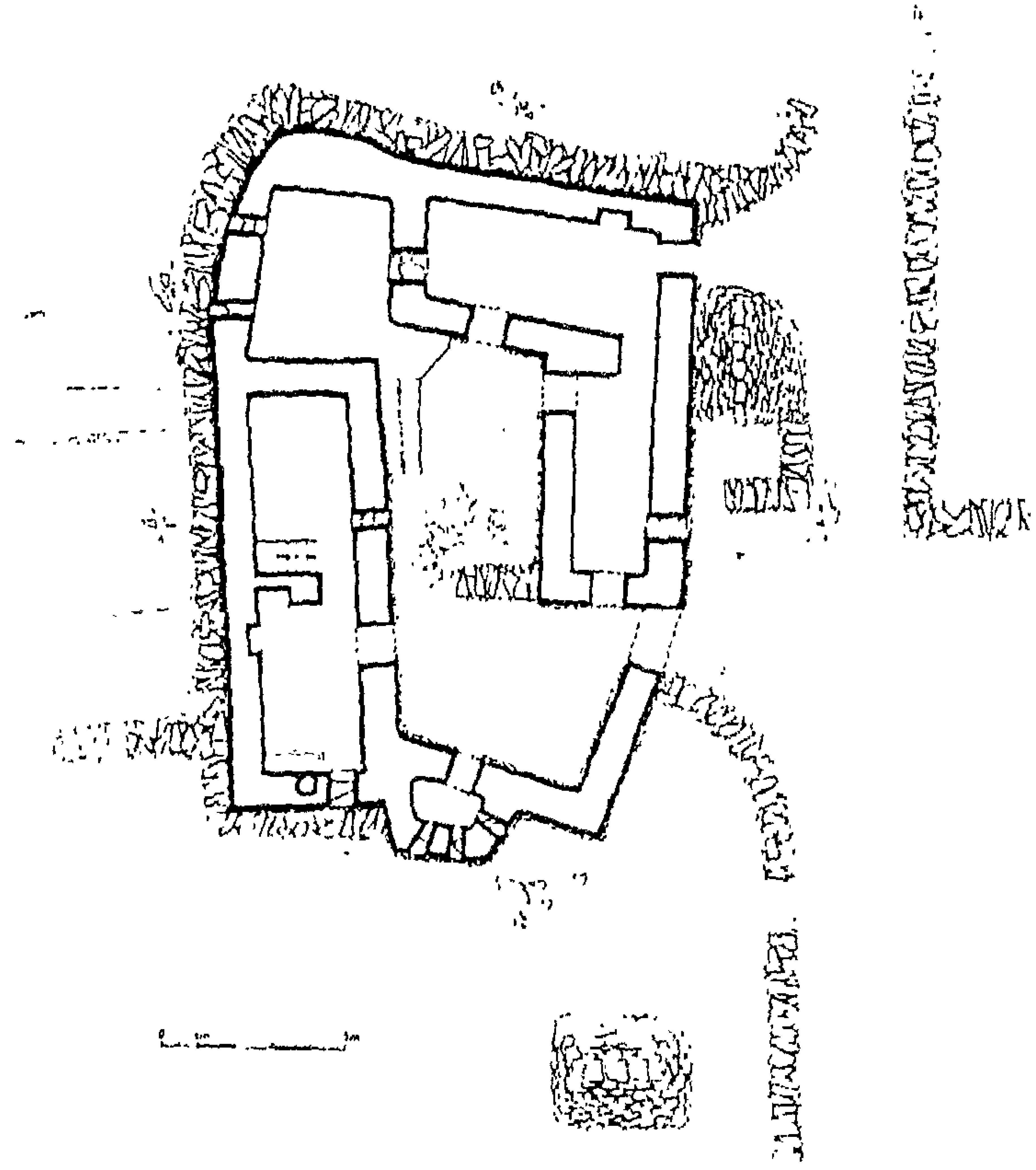
تتكون من أجزاء عريضة من نفس أحجار البناء ترص فى أعلى المبنى وفوق الفتحات (أبواب ونوافذ) وتكون مهمتها حماية المبنى من تأثير مياه الأمطار (شكل ٢٠).

هـ- بعض العناصر المعماريه

١- الأبواب والنوافذ

تتكون جوانب الفتحات والأعتاب من أحجار تتميز بالعرض الكبير والجودة العالية ، وتكون هذه الأحجار منحوتة جيدا (شكل ٢٦) . استخدم فى عمل أعتاب فتحات الأبواب سواء الأحجار التى اختيرت بطول كاف لعبور فتحة الباب التى توضع منها قطعتان متتاليتان أو باستخدام الأخشاب لهذا الغرض ، كما استخدمت العقود فوق الأبواب فى بعض الأحيان (شكل ٢٧) يعيب الطريقة الأولى إمكانية تعرض الأحجار للتشقق ثم الكسر فى المنتصف بفعل تجمد قطرات المطر المتساقطة فى الشقوق والمسافات البينية (شكل ٢٨) . أما الأسلوب الثانى فإن سهولة تعرض الأخشاب للتحلل بفعل عوامل التعرية والأمطار هو ما يعيب استخدامه .

أحيانا يعمل عقد مدبب فوق أعتاب الأبواب وذلك لنقل حمل الحائط أعلاه على جانبى فتحه الباب .



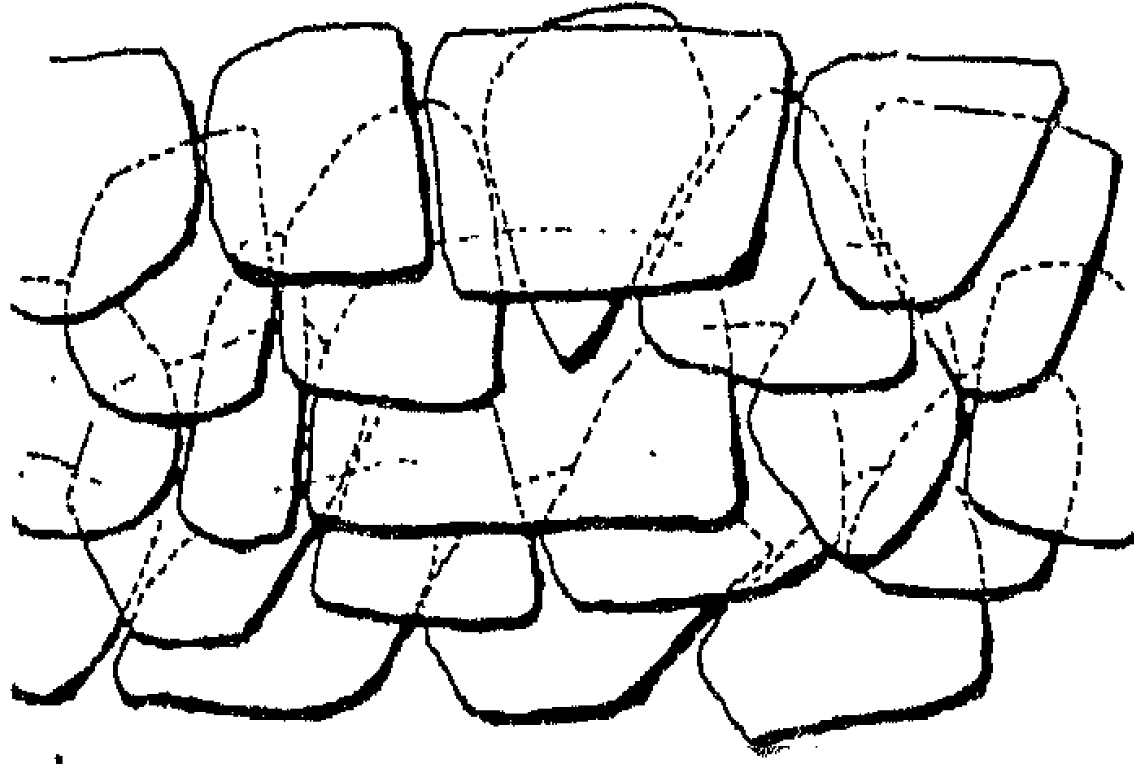
شكل رقم ١٤ – مسقط أفقى لأحد المساكن الكبيرة



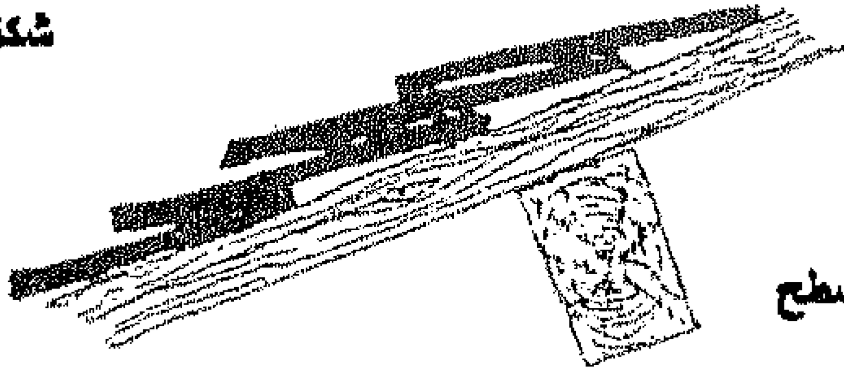
شكل رقم ١٥ – تغطية الصالة الكبيرة من الداخل



شكل رقم ١٦ – التغطية من الخارج



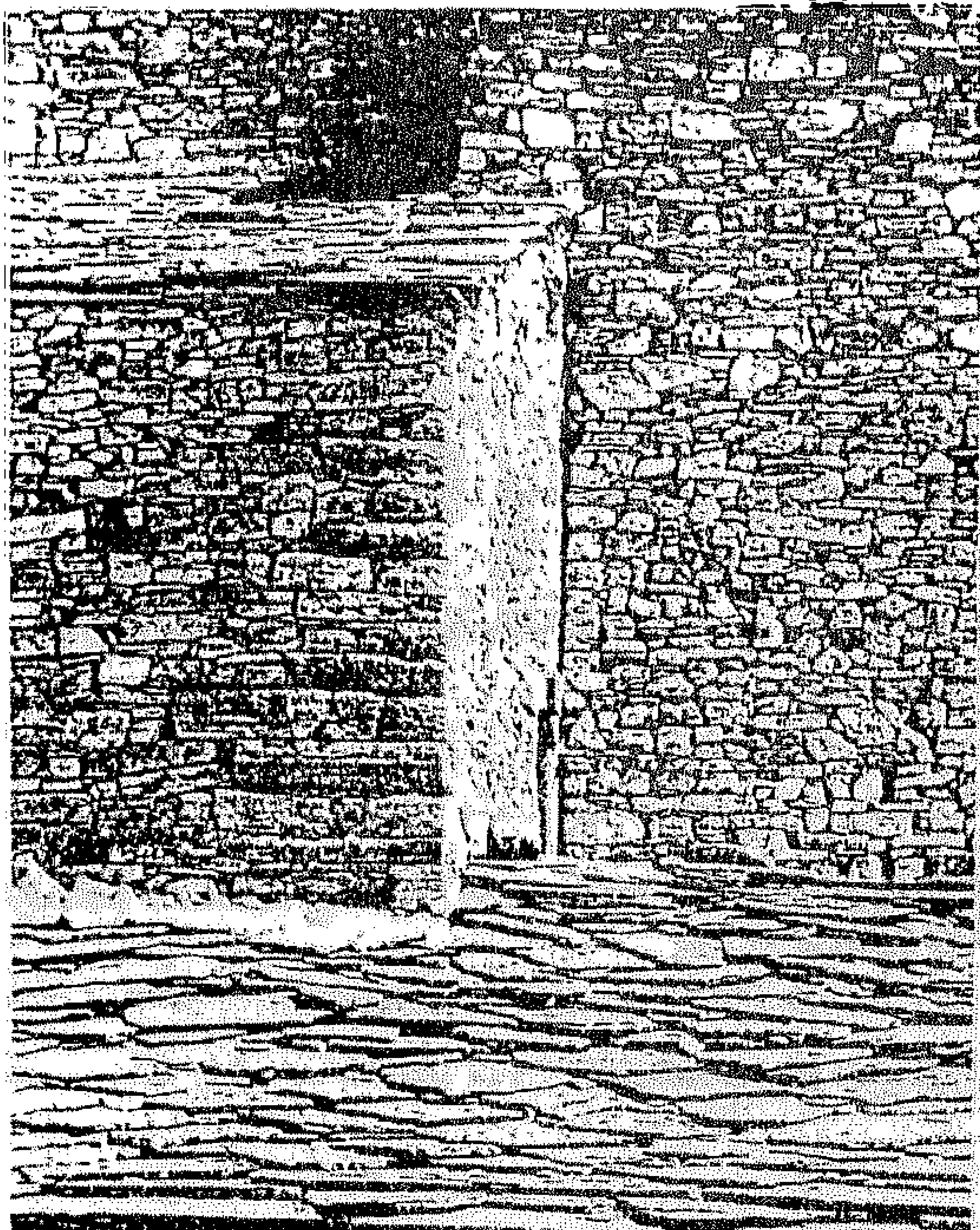
شكل رقم ١٨



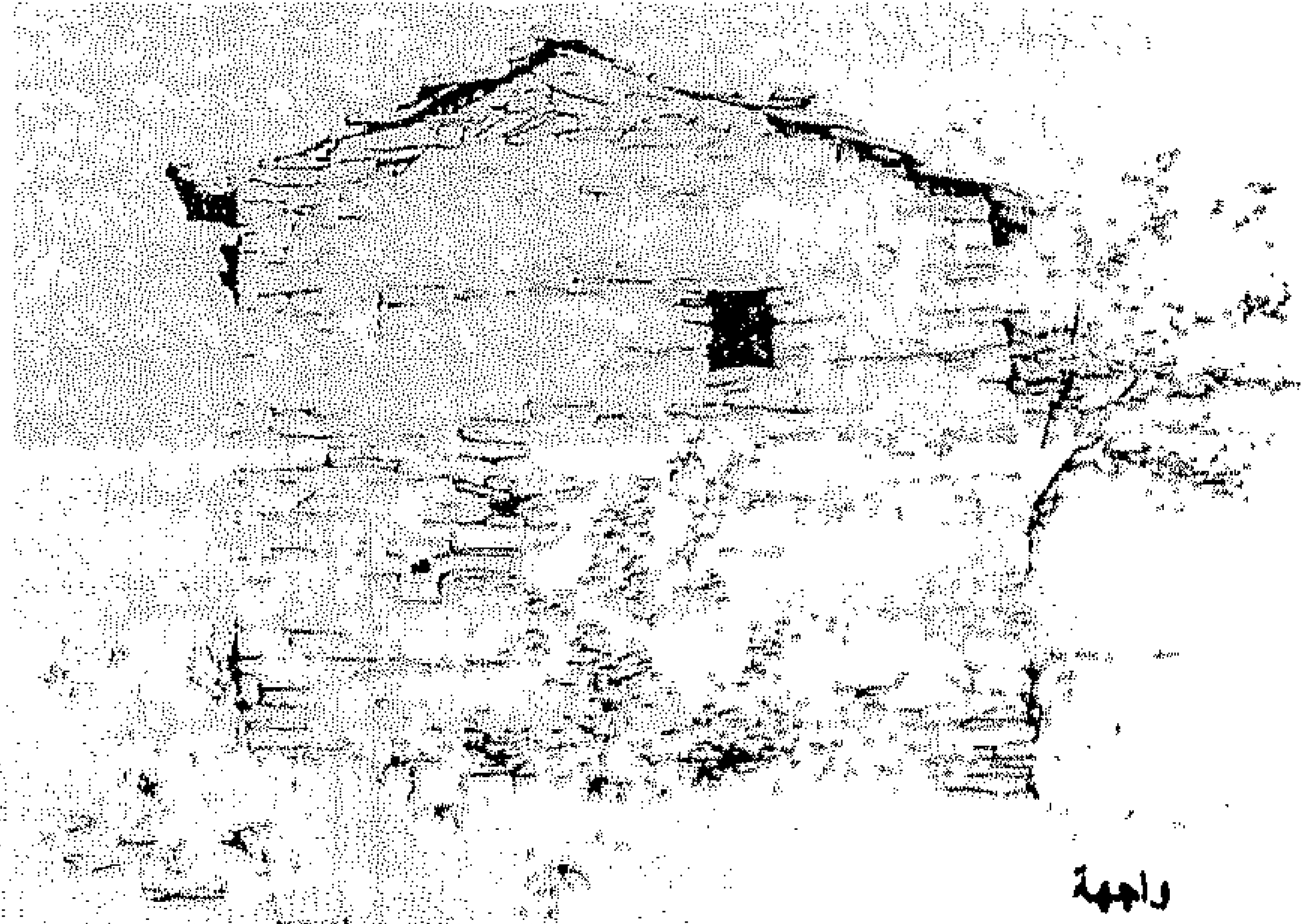
رص شقف
الأحجار على السطح



شكل رقم ١٧ - التغطيات على شكل قبوات من الداخل

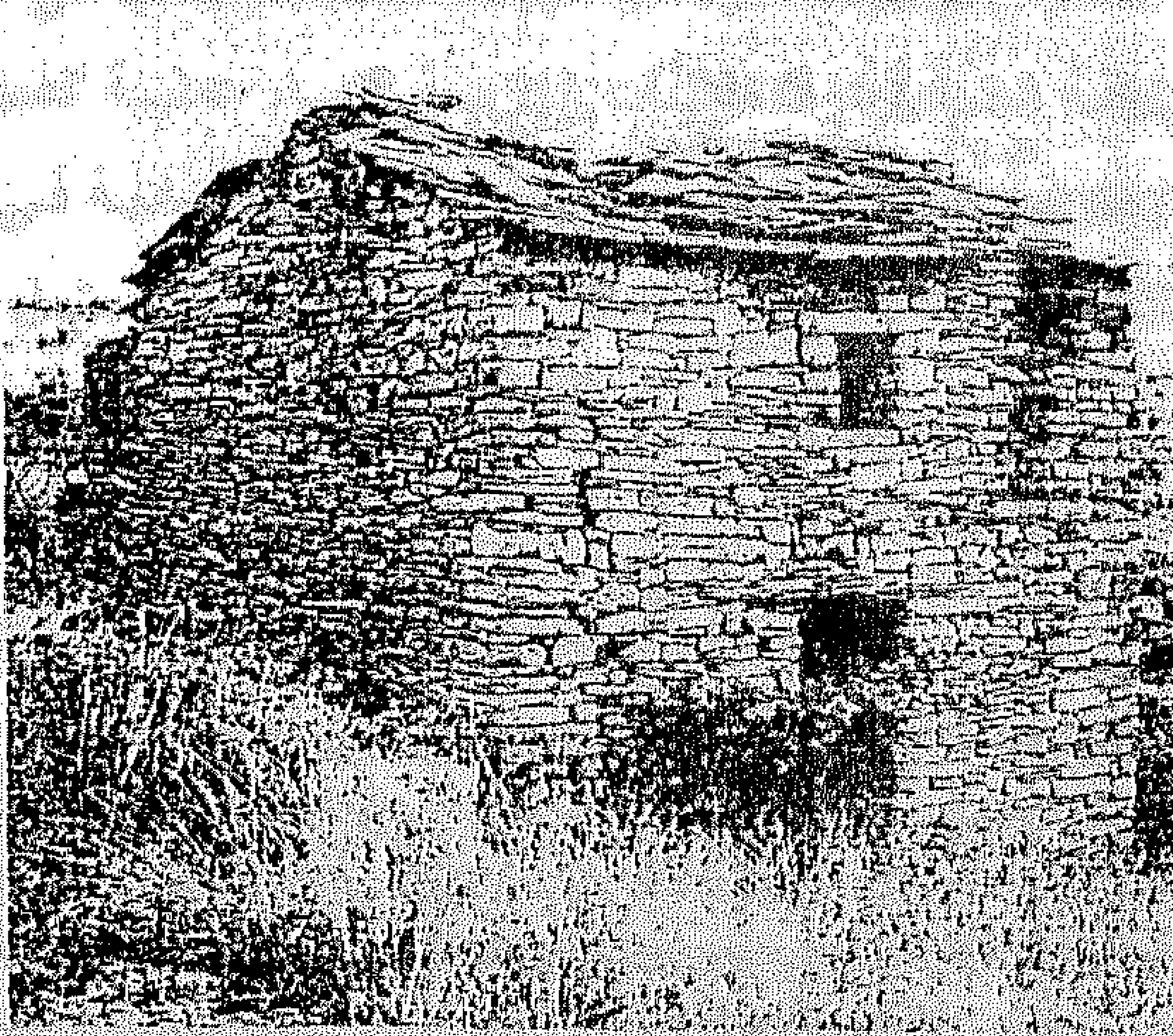


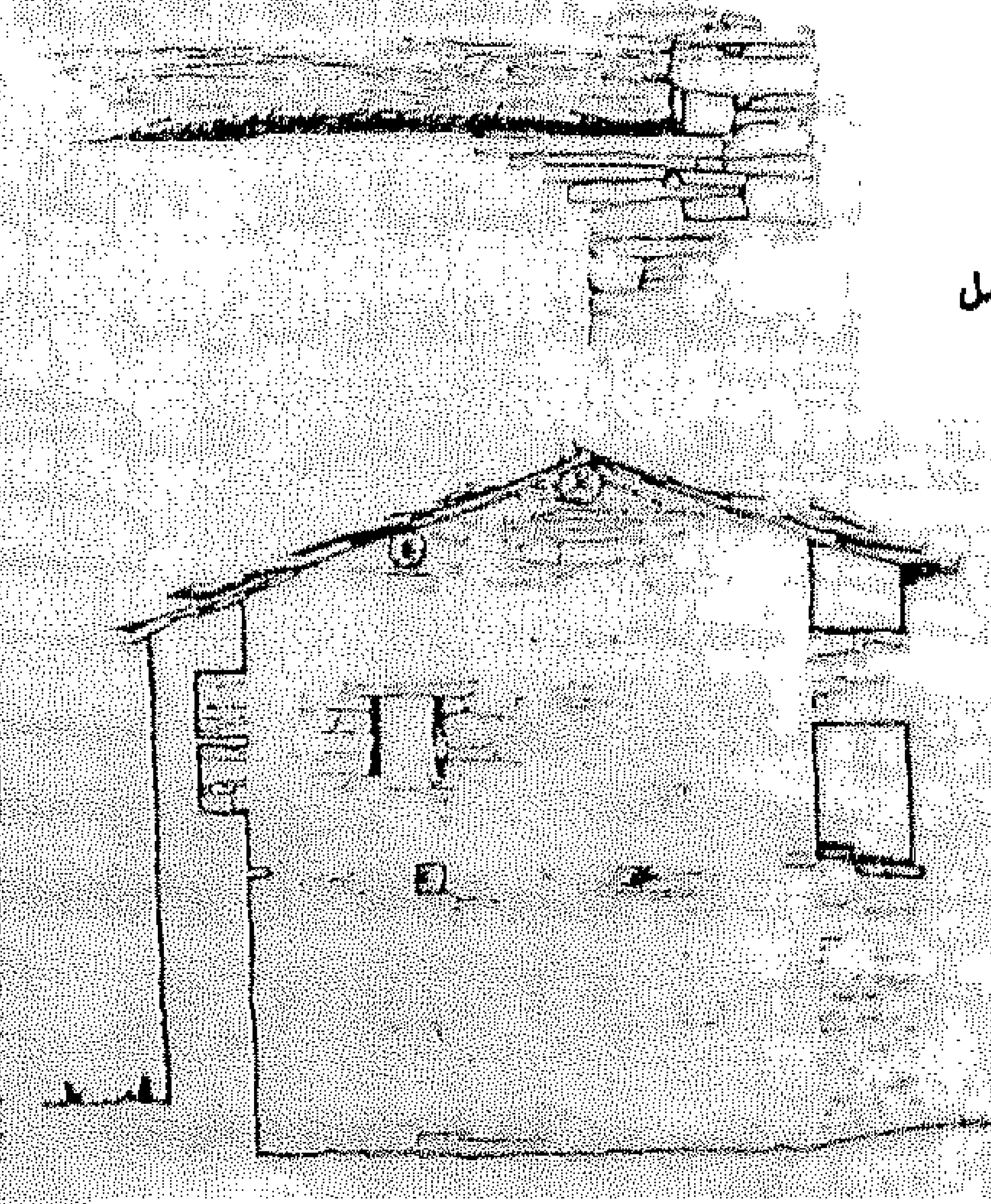




واجهة

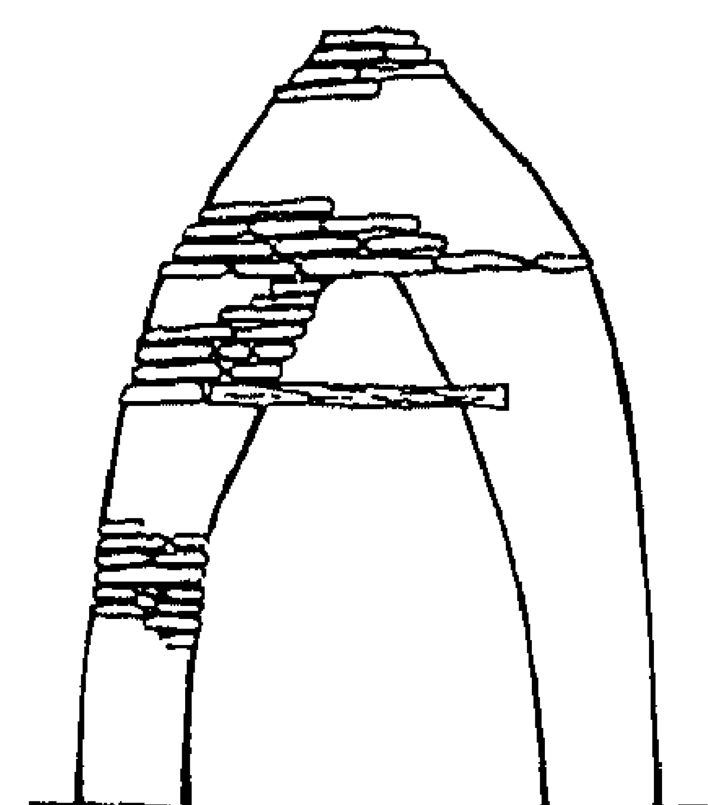
الكمرات الخشبية
وعلاقتها بالحائط الحامل



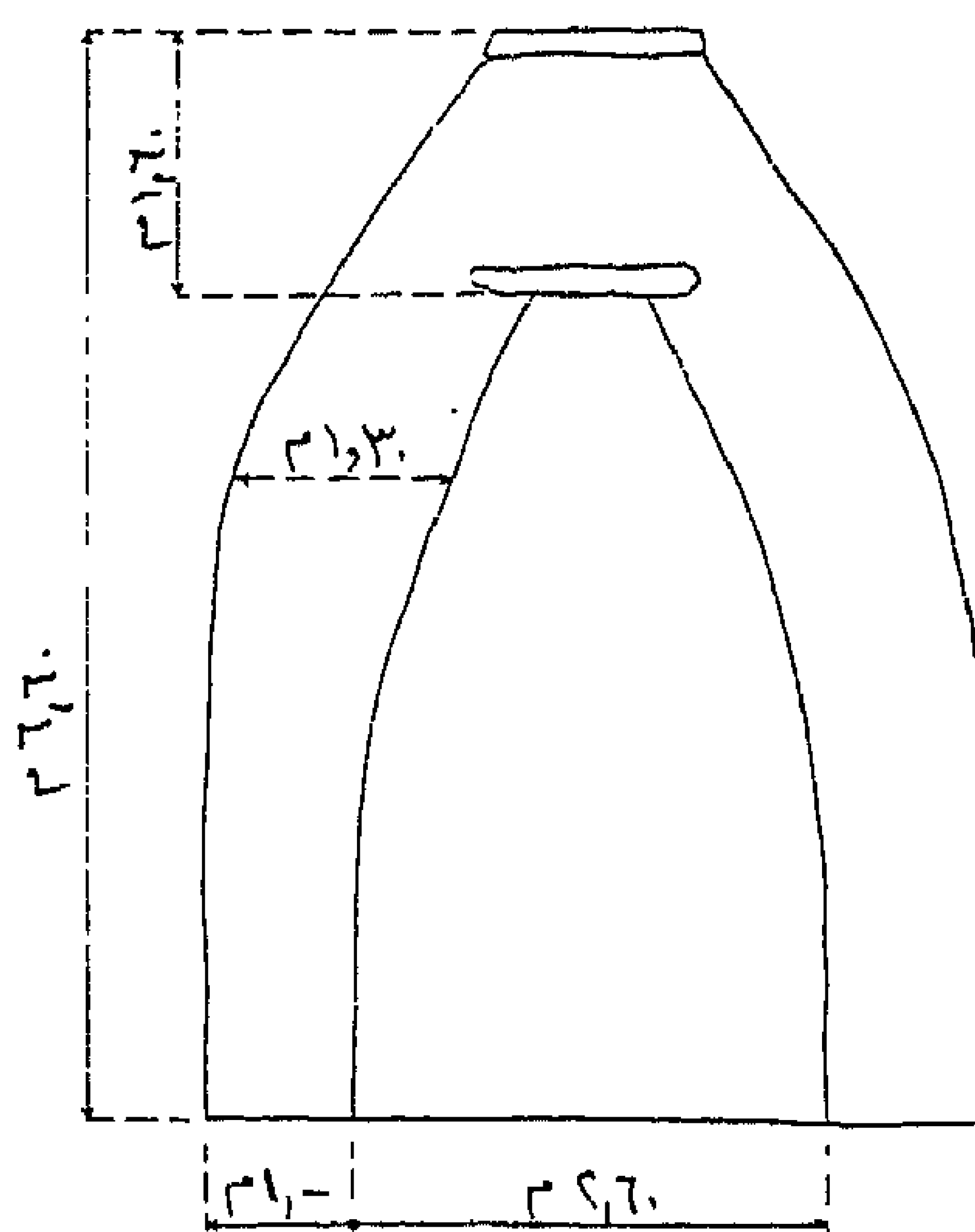


قطاع رأسي

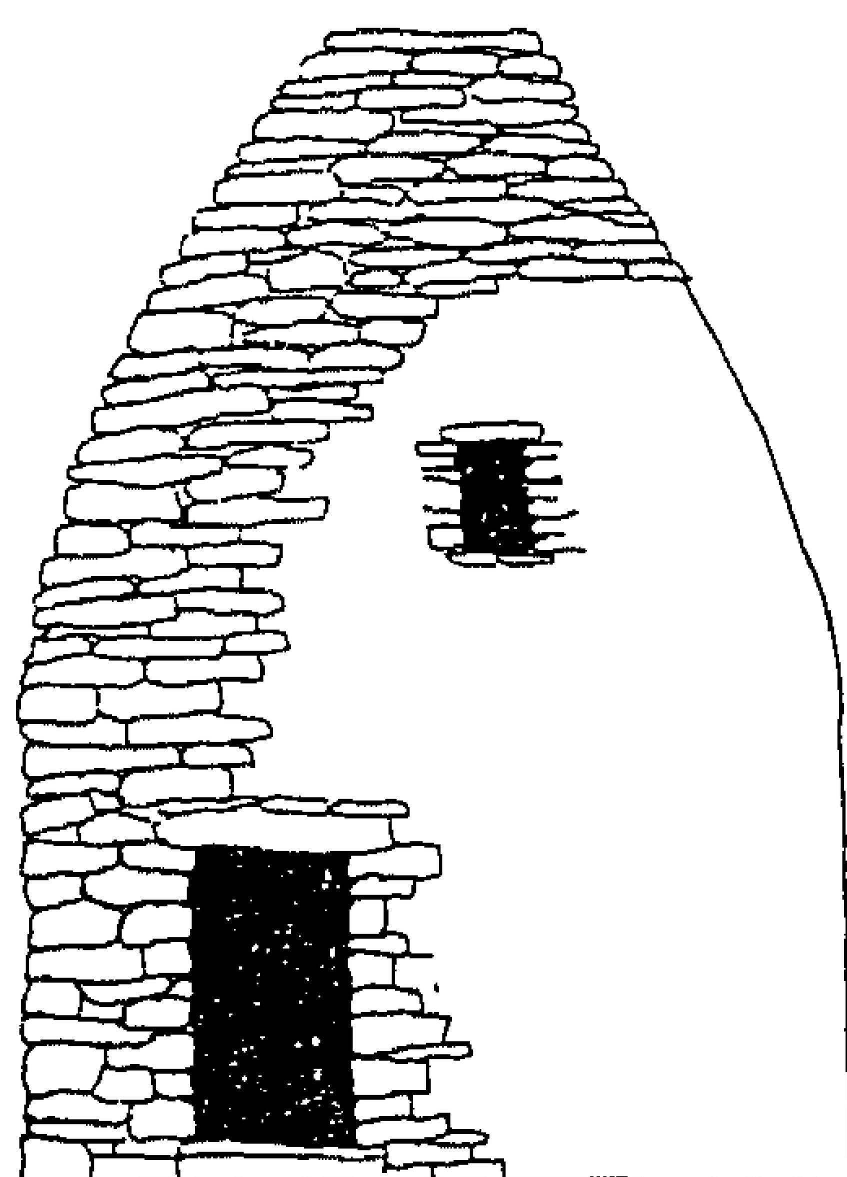
شكل رقم ١٩ - تغطيات الأسقف بالحجر المفلطح فوق الكمرات الخشبية



شكل رقم ٢٠ - استخدام الكمرات الخشبية فى المبانى الكبيرة




قطاع يوضح الأبعاد المطبقة فى هذا الأسلوب

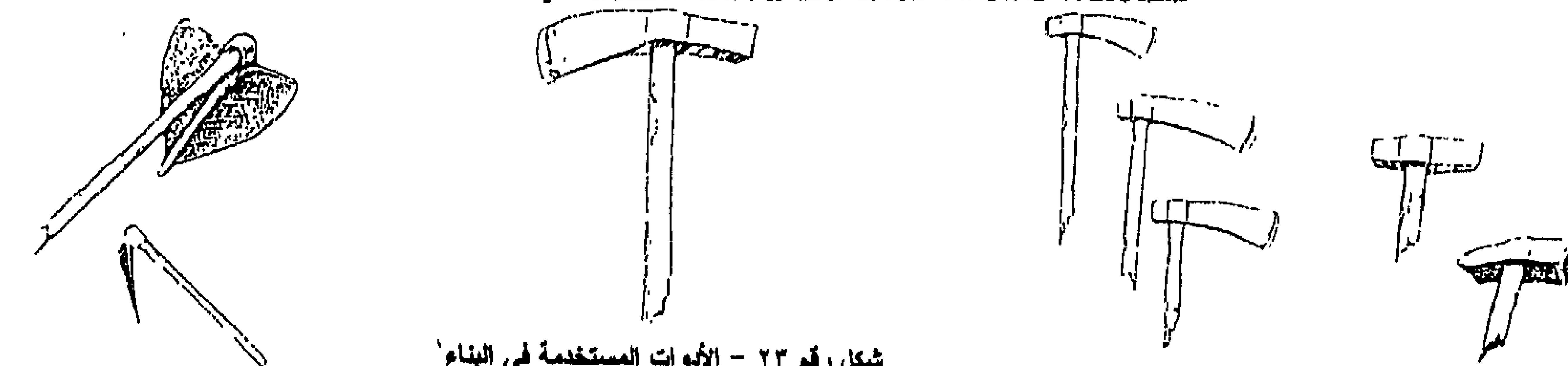


شكل رقم ٢١ - واجهة المنزل
ميول التغطيات والفتحات





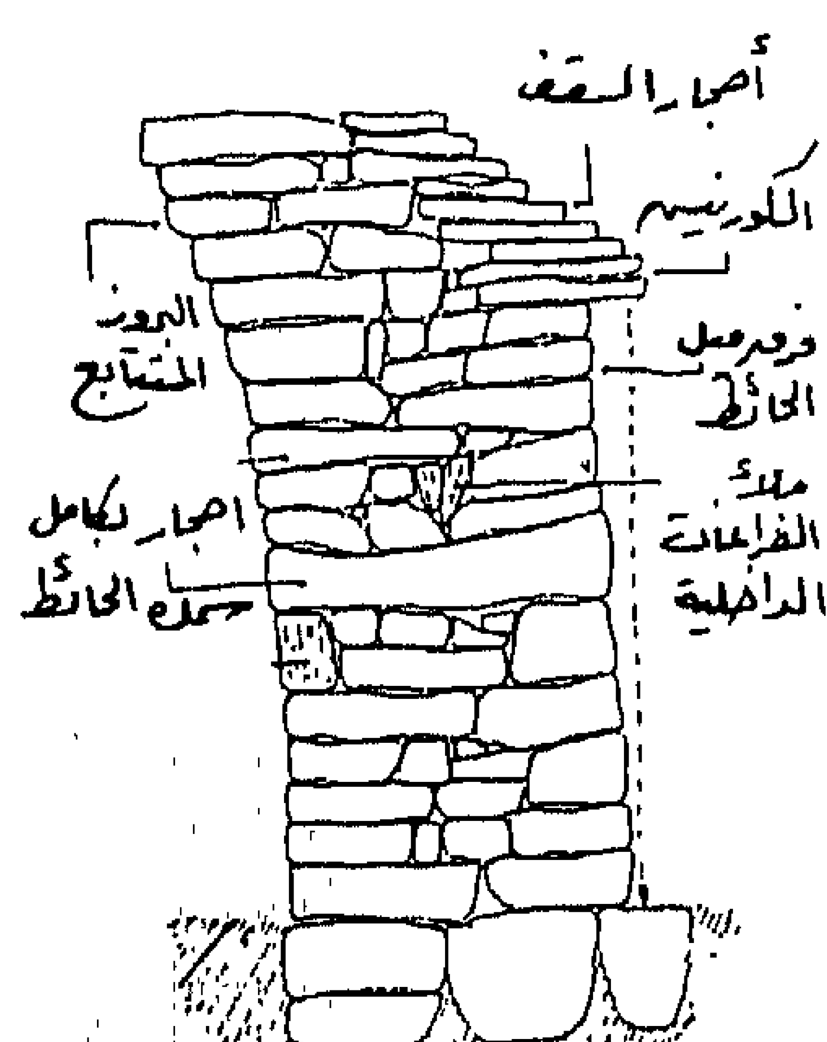
شكل رقم ٢٢ - طريقة "شوك السمك" فى رص الأحجار



شكل رقم ٢٣ - الأدوات المستخدمة فى البناء




شكل رقم ٢٤ - أسلوب بناء الحوائط - واجهة




شكل رقم ٢٥ - قطاع رأسى

فتحات النوافذ عموما صغيره ، وهى بوجه عام تفتقر إلى الدراسة الجيدة من حيث مساحتها وأماكن توزيعها مما أدى لسوء التهوية والإضاءة فى المبانى المشيدة بهذه الطريقه . وكان عامل الرؤية ومراقبة الخارج هو العنصر الهام الذى حدد أماكن هذه الفتحات .

٢- المدفأه

بنيت المدفأة داخل الحائط بشكل بسيط يتناسب وبساطة البناء نفسه - وكان مجرد فراغ يعبر الحائط بشكل مائل من الداخل ( من أسفل لأعلى ) حيث كان المخرج يوجد غالبا تحت الكورنيش (شكل ٢٩) . وضعت المدفأة فى نهاية مسار الرياح بالنسبة للمنزل.

٣- الأسوار

بنيت الأسوار بنفس أسلوب بناء الحوائط الحاملة للمنازل ، واختلفت عنها فى شكل المدماك الأخير حيث أتخذ أحد ثلاثة أشكال : اتخذت الأحجار فى الحالة الأولى الوضع الرأسى بهدف أن توفر أطرافها المدببة العلوية قدرا من الحماية ، وفى الثانية وضعت أحجار مفلطحة منحوتة جيدا فى وضع أفقى وذلك فى حالة المنازل الأكبر حجما . أما الشكل الثالث فكان يتميز بوضع أحجار ضخمة تتميز بالوزن الكبير ، وذلك بهدف تثبيت المداميك السفلية للسور . وقد شكلت هذه الطرق الثلاثة نهايات مختلفة للسور من أعلى بحثا عن إضافة جمالية للأسوار (شكل ٣٠-٣١-٣٢) ، أما فى اسكتلندا فقد غطيت قمة الأسوار بالنباتات والحشائش.

٤- الطرق المدرجه

وهى عبارة عن طرق مرصوفة بالأحجار التى اتخذت وضعا رأسيا فوق طبقة أخرى أفقية من الأحجار المستوية (شكل ١٢) أخذت تدريجاتها شكل الدرجات العريضة وذلك للوصول من مستوى لآخر فى المناطق الجبلية التى تميزت بالانحدار الشديد فى معظم مناطقها .

## سادسا : الاستمرارية وإمكانات التطوير

بالرغم من أن هذا الأسلوب فى البناء استطاع أن يوفر المأوى وأماكن ممارسة النشاطات الحياتية المختلفة فى كثير من الأماكن المتفرقة فى العالم وعلى مر فترات زمنية طويله فى ظروف اقتصادية واجتماعية صعبه ، وكان بذلك الحل العملى لتحقيق ضرورات الحياة بالرغم من ذلك ، إلا أنه قد توقف عن التطور فى العصر الحالى ولم يسجل أى استمرار له منذ انتهاء الحرب العالمية الثانية ، وذلك للأسباب الآتية :

١- الاحتياج الدائم للصيانة واستبدال الأحجار المتساقطة وإزالة النباتات والأشجار من حولها حتى لا تؤدى إلى تهدمها بفعل امتداد الجذور .

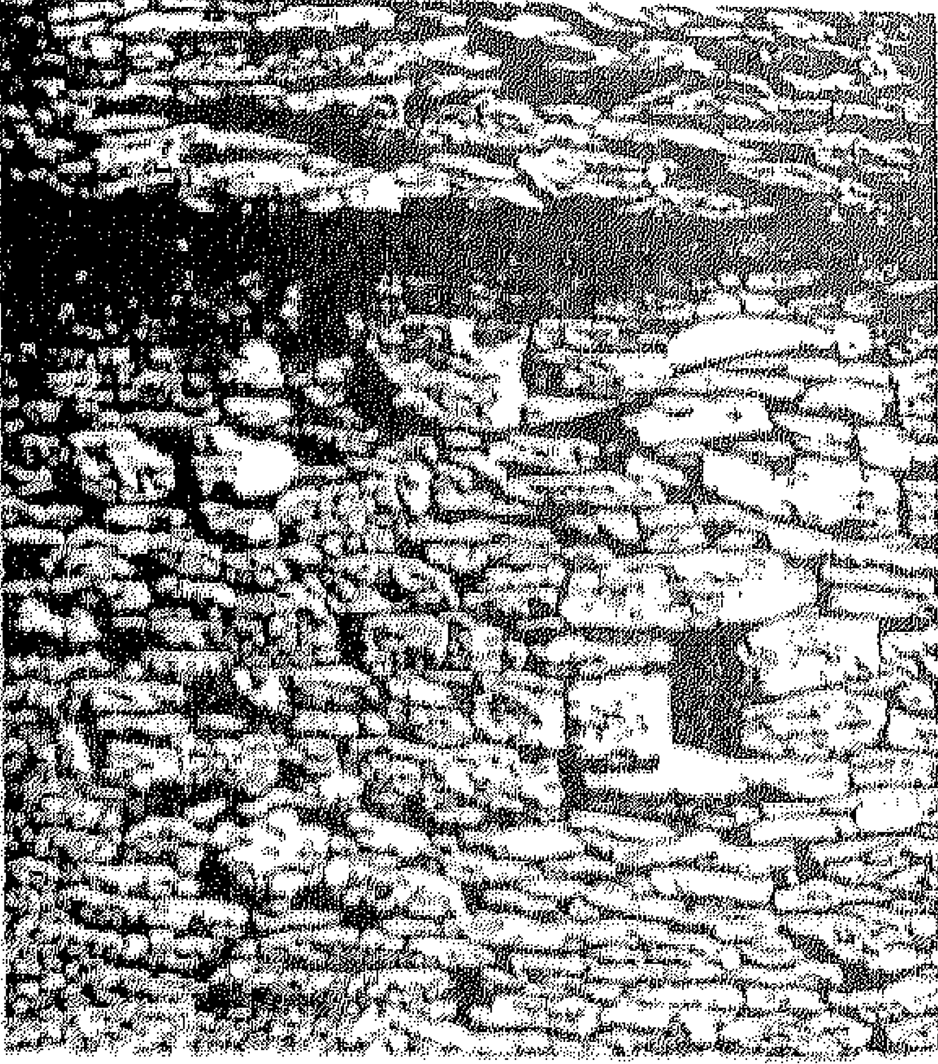
٢- احتياجها لأيدى عاملة وفيرة ورخيصة ولوقت طويل لإتمام عملية البناء ، وهذا المطلب لا يتمشى مع طبيعة العصر الحالى من ايقاع سريع واحتياجات متزايدة فى قطاع التشييد تتطلب سرعة الإنجاز .

٣- عدم إمكانية إخضاعها لطرق وأساليب الميكنة أو التصنيع (مثلما حدث مع أساليب أخرى للبناء الشعبى ، مثل البناء بالطين على سبيل المثال).

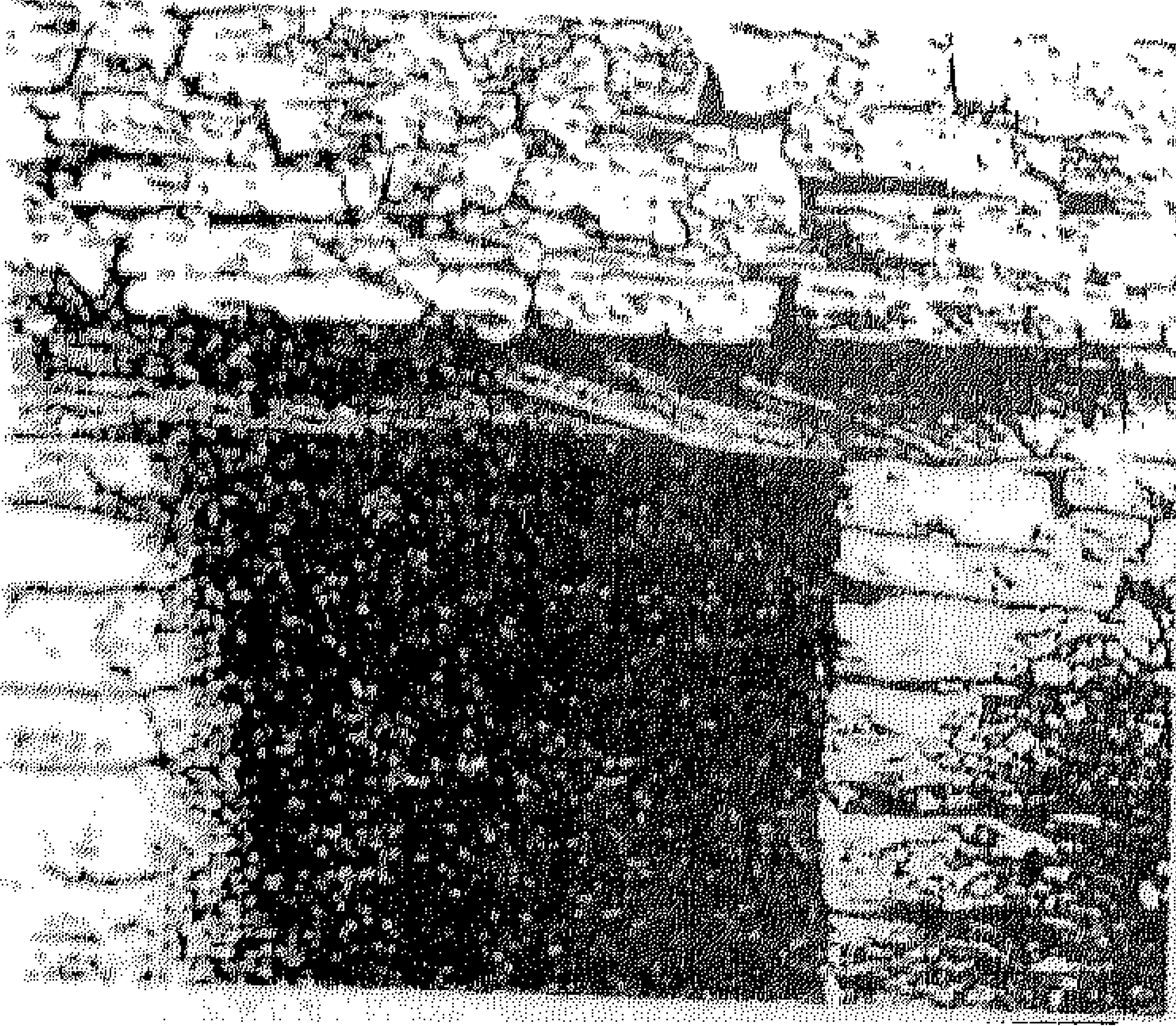
## سابعا :- عملية الحفاظ والصيانة وإيجابياتها

بالرغم من أن العوامل السابق ذكرها قد أوقفت استمرارية استخدام هذا الأسلوب فى البناء إلا أن مجرد وجوده والاهتمام به وصيانته من قبل بعض الدول يعطى لنا مثالا يحتذى على ارتباط هذه المجتمعات بتاريخها وتراثها العمرانى واحترامها وتقديرها له وتمسكها به . ولم يضعف من كل هذا بساطته أو فقر مستعمليه .

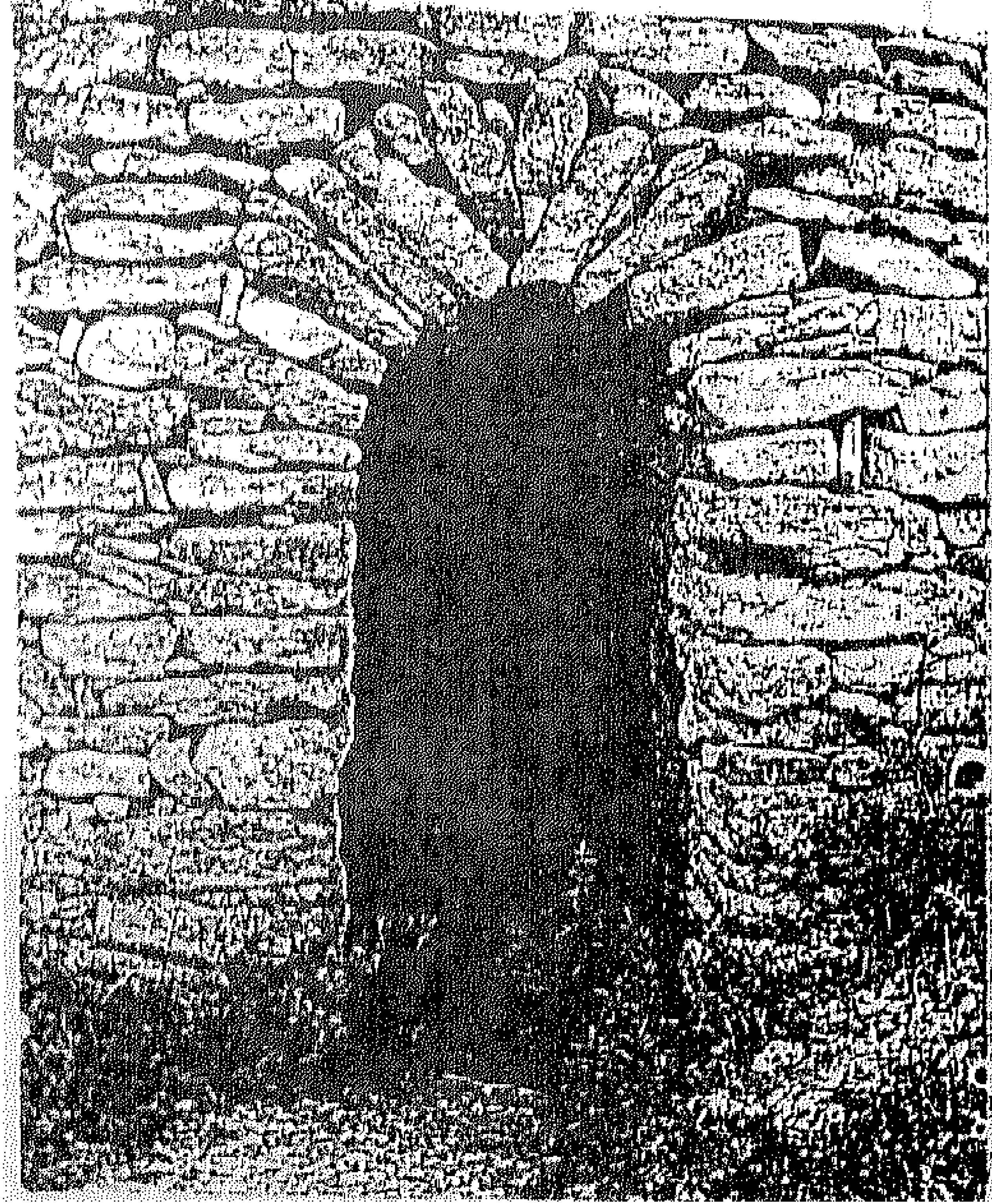
فعلى سبيل المثال استغرقت عملية صيانة وترميم قرية جورد (Gordes) بجنوب فرنسا ثمانية أعوام متصلة (شكل ٣٣،٣٤) لم تتردد الدولة أو الهيئات المختصة خلالها فى توفير كافة العناصر والمتطلبات اللازمة لإتمام عملية الصيانة والترميم على أكمل وجه . بل أن العقليات الاقتصادية فى هذه المجتمعات قد نشطت للاستفادة من مجرد وجود مثل هذه النماذج المعمارية النادرة والمتميزة ، وحولتها إلى مزارات سياحية أخذت شهرة كبيرة استطاعت أن تحقق من ورائها ليس فقط أرباحا مادية عالية ولكن أيضا قدرا كبيرا من الدعاية والإعلام بتراث مجتمعاتها وحضارتها السابقة . إن دراسة تجارب الماضى فى شتى المجالات وتحليل إيجابيات وسلبيات مثل تلك التجارب والخبرات للاستفادة منها فى تقييم الحاضر



شكل رقم ٢٦ – النوافذ



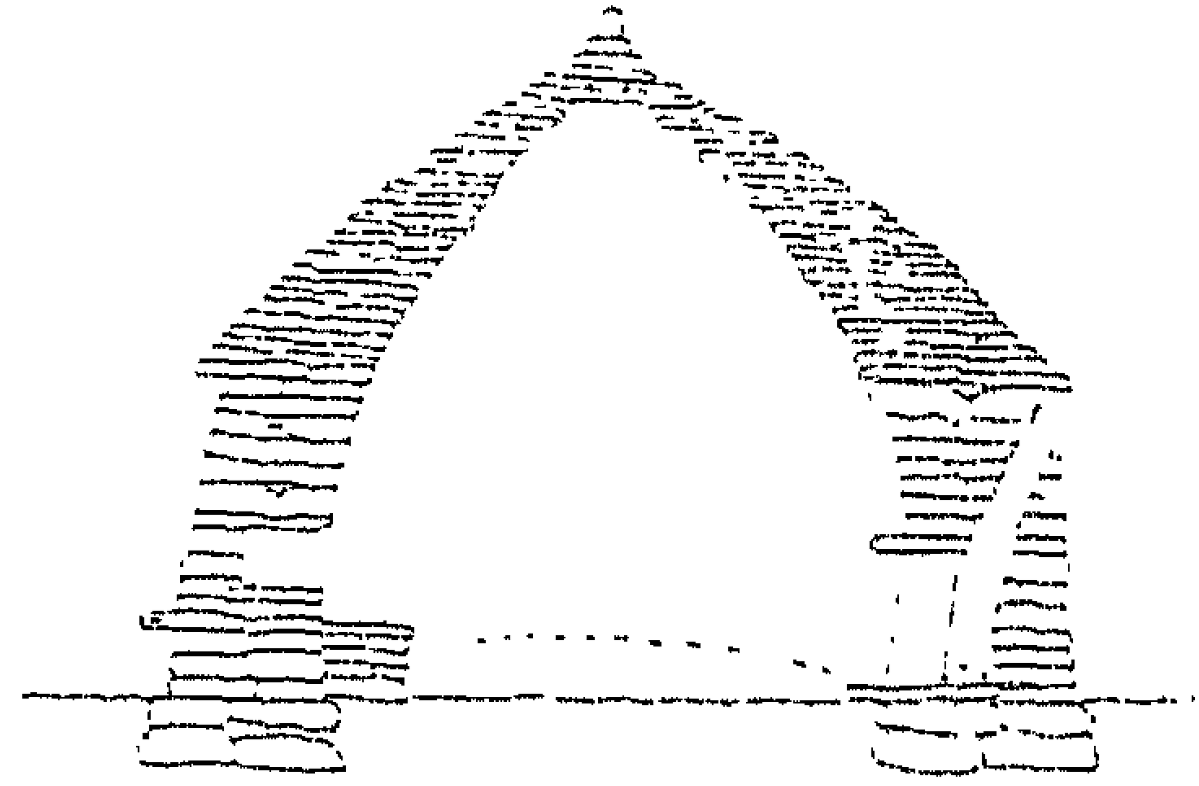
شكل رقم ٢٦ – جوانب الفتحات – الأعتاب الخشبيه



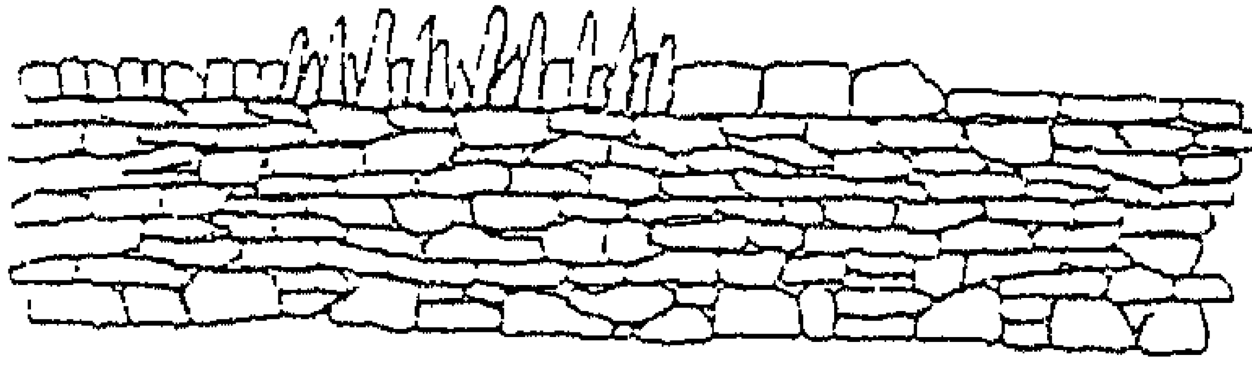
شكل رقم ٢٧ – الأعتاب باستخدام العقود الحجرية



شكل رقم ٢٨ – الأعتاب الحجرية وتعرضها للكسر عند المنتصف



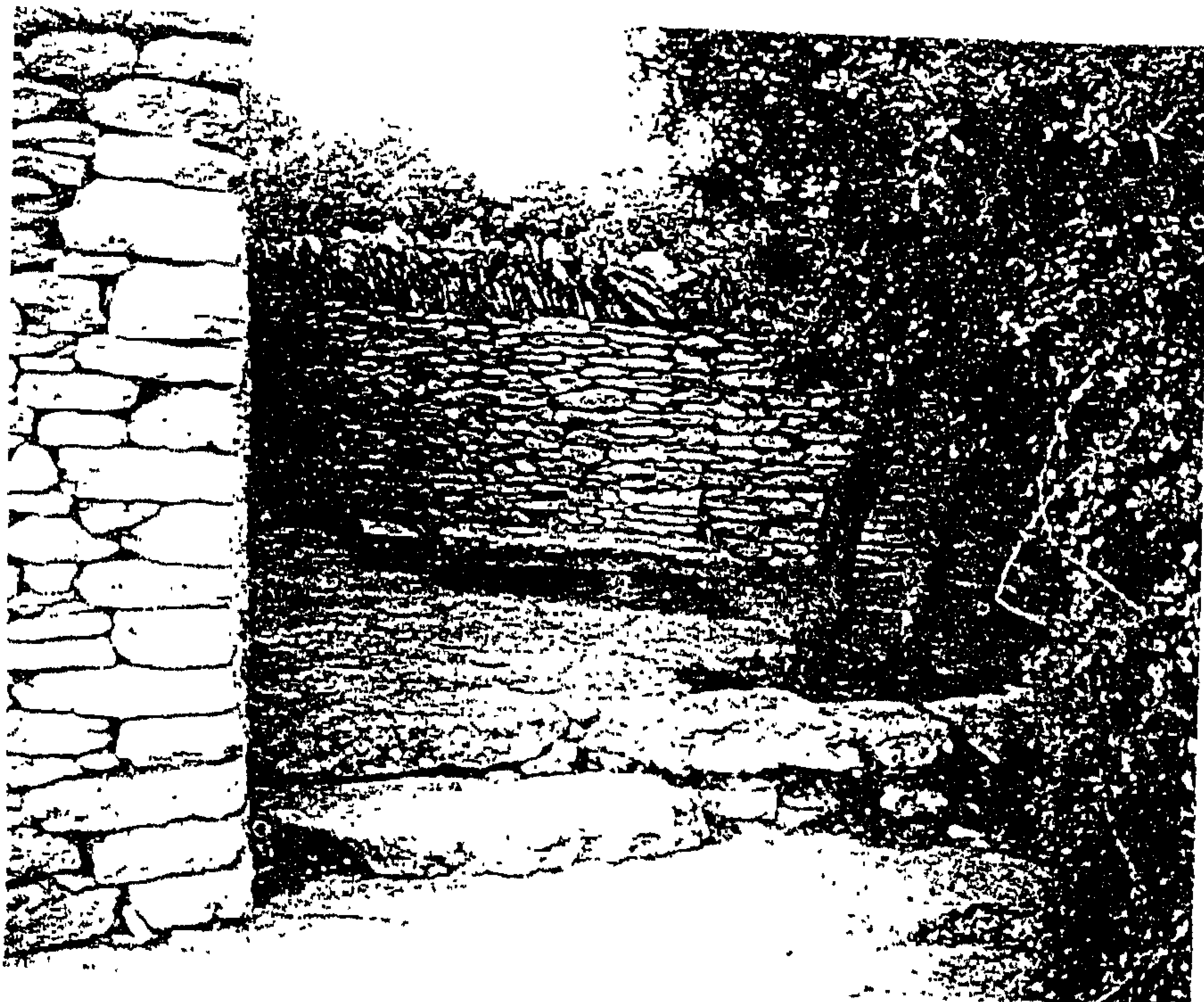
شكل رقم ٢٩ – قطاع رأسى فى أحد المنازل يبين المدفأة



شكل رقم ٣٠ – واجهة للسور تبين الطرق المختلفة
لرص الأحجار فى المدماك الأخير



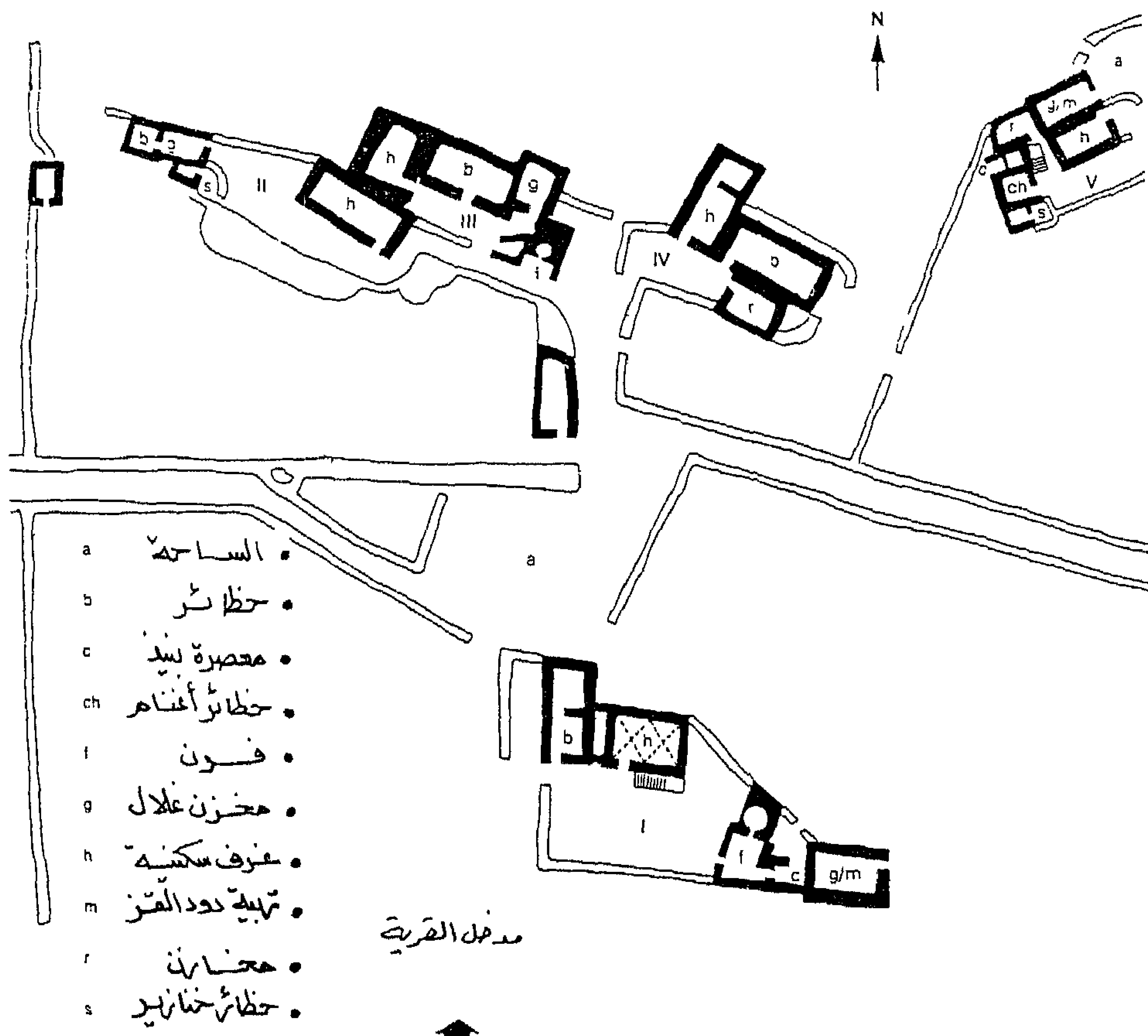
شكل رقم ٣١ – الأسوار
نهايات أفقية



شكل رقم ٣٢ – الأسوار
نهايات رأسية



شكل رقم ٣٣ – منظر جوى عام لقرية جورد " Gordes " بفرنسا




شكل رقم ٣٤ مسقط أفقى للقرية موضح عليه مكوناتها وعناصرها المختلفة

وفى تطويره لتحقيق تقدما فى المستقبل يجب أن يرتبط دائما بالاعتزاز بما ورثناه من حضاراتنا السابقة ، بصرف النظر عن حجمه أو ثرائه . ولنا أن نستفيد من تجارب المجتمعات الأخرى فى هذا المجال لاسيما ، وأننا نمتلك فى مصر تراثا عريقا زاخرا ولكنه للاسف لا يحظى منا بالاحترام والاهتمام والدراسة والتقدير الجدير به والذى يتلاءم مع قيمته الحضاريه العظيمه.

## ملخص البحث


يتناول البحث بالدراسة أحد أساليب البناء بالأحجار بدون استخدام مواد رابطة أو لاصقه.

وهذه الطريقة استخدمت فى أماكن متعددة فى العالم على مر فترات زمنية طويله ، ونجد لها نماذجا عظيمة فى العمارة الفرعونية والرومانية وغيرها من الحضارات السابقه .

ارتبط هذا الأسلوب فى أوروبا بداية من القرن الثانى عشر بالمجتمعات الفقيرة والريفية والنائيه وتطور ليشهد أكبر انتشار له فى القرن الثامن عشر لارتباطه بالتقدم الزراعى ، وفى القرن التاسع عشر طبقت أساليب وأنواع تغطيات أكثر دقة وتعقيدا ، وبدأ التوجه لإضافة قيم جمالية لهذا الأسلوب الإنشائى .

استخدم هذا الأسلوب فى تشييد مختلف أنواع المبانى ، وأيضا فى المناجم والحوائط السائدة والطرق فى المناطق الجبليه ، ولقد كان توافر مادة البناء فى الموقع والحاجة الماسة للاستغلال الأقصى للأراضى الصالحة للزراعة وتوافر الأيدى العاملة الرخيصة من أهم العوامل التى أدت لاستخدام واستمرار هذا الأسلوب فى البناء.

تعرض البحث لطرق الإنشاء المختلفة لهذا الأسلوب فى إقامة المساكن البسيطة والأسوار والطرق الجبلية المدرجه. ناقش البحث إمكانات تطوير هذا الأسلوب وأسباب عدم استمراريته فى الوقت الحالى.

وفى النهاية قام بتقييم تجارب بعض الدول التى بذلت جهودا فى صيانة ، والحفاظ على ، تراثها العمرانى المشيد بهذا الأسلوب .


## المراجع :


### أولا المراجع العربيه

١- عن :" عمارة الفقراء والمعماريون الحفاه" - أ.د. عبد الباقى إبراهيم - مجلة عالم البناء - العدد ١٦٦.

٢- مواد الإنشاء المحلية والعمارة البيئية - د. حسن كامل - ندوة علمية عن المعمارى الرائد حسن فتحى - كليه الفنون الجميلة.

٣- تاريخ العمارة - أ.د. توفيق أحمد عبد الجواد .

٤- المنظور التاريخى للعمارة فى المشرق العربى - أ.د. عبد الباقى إبراهيم - أ.د. حازم محمد إبراهيم

### ثانيا : المراجع الأجنبية

*1- PIERRE SECHE EN PROVINCE. , P. COSTE, P.MARTEL*

*2- LE VILLAGE DES BORIES A GORDES DANS LE VAUCLUSE. , VILLAGE DES BORIES-GORDES.*

*3- FOURS A CADE, FOURS A POIX DANS LA PROVIANCE LITTORALE , Laurent PORTE.*

# المقومات الطبيعية والعمرانية للسياحة فى دولة قطر

أ. د. اسماعيل عامر*

## مقدمه

تعمل الدول جاهدة لتنمية مجتمعاتها وزيادة دخلها القومى من خلال مخططات وبرامج لاستغلال طاقاتها سواء الطبيعية أو البشرية أو الاقتصادية أمثل استغلال .

فقد انتهجت بعض الدول سياسة التخطيط السياحى بعد حصر ومعرفة مواردها التى تعمل على إبراز مقوماتها السياحية واستغلالها إلى أن وصل ذلك فى بعض الحالات أن يكون أكبر عائد للدخل القومى من قطاع السياحه .

فالسياحة أصبحت صناعة لها خططها ومقوماتها ورجالها ، فهى علم أصبح له قواعد وأسس خاصة ، وخصصت له وزارات ببعض الدول . فقد أسهمت السياحة كحتمية اقتصادية فى تقدم الكثير من دول العالم الثالث والبلاد النامية فى الآونة الأخيره .

لذلك بدأت بعض الدول العربية التى تتمتع بمميزات سياحية طبيعية أو تاريخية أو ثقافية الدخول والعمل على تسهيل وتشجيع القطاع السياحى بها ، كما أن البعض من تلك الدول لا يتوافر لديها مثل هذه الظروف والمغريات السياحية فحاولت العمل على الجذب السياحى من خلال الاستفادة المثلى والتخطيط لكل امكانياتها المتوافرة من أجل تنويع مصادر الدخل القومى ومسايرة الركب السياحى وعدم التخلف عنه .

وقد دخلت دولة قطر عصر السياحة الحديثة ( وليس السياحة النمطية ) حيث بدأ العمل لوضع خطط لتنمية وتطوير هذا القطاع الحيوى - لذلك تعمل أجهزة الدولة مجتمعة للوصول إلى أنسب وأمثل الخطط مع دراسة وتحليل للعوامل والمقومات التى تعمل على الجذب السياحى للدولة . كما تم استكمال مقومات الحضارة المدنية من خدمات عامة ومرافق أساسية بجانب قطاع التعليم الذى يعتبر دعامة أساسية للتقدم الحضارى للدوله .

فلكل دولة تبعاً لتاريخها وحضارتها ودرجة تقدمها وتحضرها مقومات يمكن الاستناد عليها لدفع عجلة الحركة السياحية بالبلاد .

وهذا البحث يعمل على دراسة وتحليل المقومات الطبيعية والعمرانية للسياحة بدولة قطر والتى تعمل على خدمة القطاع السياحى ، حيث أن البلاد تتمتع بمقومات طبيعية وبيئية وعمرانية عديدة بجانب المقومات الاجتماعية والاقتصادية المستغلة أو التى لم تستغل بعد.

وسيتم التركيز فى البحث على المقومات الطبيعية والعمرانية فقط ، وهذا لا يعنى الإقلال أو إهمال قيمة وتأثير المقومات الاجتماعية والاقتصاديه ... فلا يمكن الفصل بينها عند وضع تخطيط لقطاع السياحه ، ولكن سيكون التركيز على المقومات الطبيعية مع إلقاء الضوء على باقى المقومات .

ومما يدعم التطور السياحى بدولة قطر - الحركة السياحية المتزايدة والمستمرة خاصة بمعدلها المتزايد فى السنوات الأخيره ، ممثلة فى إعداد الفنادق والنزلاء والليالى السياحية ونسب إشغال الفنادق ، حيث أن كل هذه البيانات والمؤشرات تعطى دلالة واضحة عن ازدياد معدلات الحركة السياحية حسب شهور السنة .

* أستاذ تخطيط المدن - جامعة قطر .

**جدول رقم ١ – الفنادق حسب عدد الأجنحة والغرف والأسرة ودرجة الفندق – ١٩٩٢**

| درجة الفندق | عدد الفنادق | عدد الأجنحة | عدد الغرف | عدد الأسرة |
|---|---|---|---|---|
| الممتازة (*****) | ٤ | ١٨٥ | ١٠٣٩ | ١٤٥٧ |
| الأولى (****) | ١ | ١٧ | ١٥٣ | ٢٣٦ |
| الثانية (***) | ٣ | ١٤ | ١٣٨ | ٢٨٠ |
| الثالثة (**) | ١ | – | ٤١ | ٧١ |
| الرابعة (*) | ١ | ١ | ٧٠ | ١٣٥ |
| غير مصنف | ٣ | – | ٦٤ | ١٣١ |
| المجموع | ١٣ | ٢١٧ | ١٥٠٥ | ٢٣١٠ |

المصدر : الجهاز المركزي للاحصاء ، جدول ١٥٢ ، ص ٢١٣ ، الدوحة ، ١٩٩٣ .

**جدول رقم ٢ – حركة الفنادق حسب درجة الفندق – ١٩٩٢**

| البيان درجة الفندق | عدد الأسرة | عدد النزلاء | عدد الليالى السياحية | عدد الأسرة / ليالى | متوسط اشغال السرير | متوسط اقامة النزيل (ليلة) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| الممتازة (*****) | ١٤٥٧ | ٩٥٣٩٥ | ٢١٩٦٦٧ | ٥٣١٨٠٥ | ٤١,٣ | ١,٧٠ |
| الأولى (****) | ٢٣٦ | ٢٤٧٦٧ | ٢١١١٧ | ٨٦١٤٠ | ٢٤,٥ | ٠,٨٥ |
| الثانية (***) | ٢٨٠ | ١١٣٦٨ | ١٥٢٩٢ | ١٠٢٢٠٠ | ١٥,٠ | ١,٣٠ |
| الثالثة (**) | ٧١ | ٣٢٢٤ | ١١٤٨٢ | ٢٥٩١٥ | ١,٤ | ٣,٧٠ |
| الرابعة (*) | ١٣٥ | ١٥٦٧ | ١٤٨١٤ | ٤٩٢٧٥ | ٣٠,٠ | ٩,٤٠ |
| غير مصنف | ١٣١ | ٤٥٦٩ | ٩٨٣٩ | ٤٧٨١٥ | ١٧,٠ | ٢,٣٠ |
| المجموع | ٢٣١٠ | ١٤٠٨٩٠ | ٢٩٢٢١١ | ٨٤٣١٥٠ | ٣٤,٦ | ٢ |

المصدر : الجهاز المركزى للاحصاء ، جدول ١٥٣ ، ١٥٤ ص ٢١٤ ، ٢١٥ الدوحة ، ١٩٩٣ .

**جدول رقم ٣ – نزلاء الفنادق وليالى الاقامة حسب الجنسية ١٩٨٨ – ١٩٩٢**

| الجنسية | الجنسيات العربية | | الجنسيات الأجنبية | | المجموع | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| السنة | نزلاء | ليالى | نزلاء | ليالى | نزلاء | ليالى |
| ١٩٨٨ | ٤٦٦٤٩ | ٩٢٥٥٦ | ٦٦٤٨٠ | ١٣٣٥٧٨ | ١١٣١٢٩ | ٢٢٦١٣٤ |
| ١٩٨٩ | ٤١٩٥٠ | ٨٨٢٢٥ | ٦٨٤٧٨ | ١٤٩٧٩٤ | ١١٠٤٢٨ | ٢٣٨٠١٩ |
| ١٩٩٠ | ٩٣٠٢٩ | ٦٧٣٨٥٩ | ٤٢٩٧٥ | ١٢٠٦٠٨ | ١٣٦٠٠٤ | ٧٩٤٤٦٧ |
| ١٩٩١ | ٧٨٦٢٥ | ١٢٧٢٦٨ | ٦٤٠٢٧ | ١٢٧٦١٣ | ١٤٢٦٥٢ | ٢٥٤٨٨١ |
| ١٩٩٢ | ٦٥٩٦٧ | ١٢٥٠٨٢ | ٧٤٩٢٣ | ١٦٧١٢٩ | ١٤٠٨٩٠ | ٢٩٢٢١١ |

جدول رقم ٤ – نزلاء الفنادق وليالى الاقامة حسب الجنسية والشهر – ١٩٩٢

| الجنسية / الشهر | الجنسيات العربية | | الجنسيات الأجنبية | | المجموع | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | نزلاء | ليالى | نزلاء | ليالى | نزلاء | ليالى |
| يناير | ٥٤٤٤ | ٨٢٩٧ | ٥٤٤٢ | ١٥٢٣٦ | ١٠٨٨٦ | ٣٣٥٣٣ |
| فبراير | ٦١٠٧ | ١٠٨٠٥ | ٦٤٣٠ | ١٤٨٧٠ | ١٢٥٣٧ | ٢٥٦٧٥ |
| مارس | ٤٤٥٢ | ٨٦٧١ | ٥٩٠٤ | ١٣٢٣٢ | ١٠٣٥٦ | ٢١٩٠٣ |
| ابريل | ٤٣٨٦ | ٨٨١٨ | ٦٧٥٢ | ١٢٦٥٦ | ١١١٣٨ | ٢١٤٧٤ |
| مايو | ٤٦١٦ | ١٠١٠١ | ٥٦٢٥ | ١٥٢٤٧ | ١٠٢٤١ | ٢٥٣٤٨ |
| يونيو | ٤٢٩٧ | ١٠٦١١ | ٥٦٧٦ | ١٢٨٨٢ | ٩٩٧٣ | ٢٣٤٩٣ |
| يوليو | ٥٣٩١ | ٨٥٧١ | ٥٠٥١ | ١١٠٧٤ | ١٠٤٤٢ | ١٩٦٤٥ |
| أغسطس | ٥٦٨٤ | ٩٨٥٠ | ٦٠٨٢ | ١٠٢٦٨ | ١١٧٦٦ | ٢٠١١٨ |
| سبتمبر | ٨٠٧٩ | ١٢٧٥٢ | ٦٣٧٥ | ١٣٧١١ | ١٤٤٥٤ | ٢٦٤٦٤ |
| اكتوبر | ٤٨٥٨ | ٩٨٦٤ | ٦١٨٩ | ١٤١٦٥ | ١١٠٤٧ | ٢٤٠٢٩ |
| نوفمبر | ٥٢٠٥ | ١٠٢١٢ | ٦٨٥٠ | ١٤٩٨٧ | ١٢٠٥٥ | ٢٥١٩٩ |
| ديسمبر | ٧٤٤٨ | ١٦٥٢٩ | ٨٥٤٧ | ١٨٨٠١ | ١٥٩٩٥ | ٣٥٣٣٠ |
| المجموع | ٦٥٩٦٧ | ١٢٥٠٨٢ | ٧٤٩٢٣ | ١٦٧١٢٩ | ١٤٠٨٩٠ | ٢٩٢٢١١ |

المصدر : الجهاز المركزى للاحصاء ، جدول ١٥٥ ، ص ٢١٧ ، الدوحة ، ١٩٩٣ .

جدول رقم ٥– أعداد القادمين والمغادرين من مطار الدوحة الدولى (١٤٠٨ هـ) *

| القادمون | | الجنسيات | المغادرون | |
|---|---|---|---|---|
| العدد | ٪ | | العدد | ٪ |
| ٨٧,٨٥٣ | ٢٣,٨ | قطرى | ٢٣,٨ | ٩٠,٧٣٨ |
| ٤٦,٢٧٦ | ١٢,٦ | رعايا دول مجلس التعاون الخليجى | ١٢,٤ | ٤٧,٠٨٨ |
| ٧١,٢٨٧ | ١٩,٣ | عرب أخرون | ١٨,٨ | ٧١,٦٥٥ |
| ١٦٣,٢٧٣ | ٤٤,٣ | أجانب | ٤٥,٠ | ١٧١,٢٠٧ |
| ٣٦٨,٦٨٩ | ٪ ١٠٠ | المجموع | ٪ ١٠٠ | ٣٨٠,٦٨٨ |

**ومن تلك البيانات والجداول نجد أن :**

**أغلب أعداد القادمين لقطر من جميع منافذها هم من الأجانب الذين يمثلون أعلى نسبة ٤٤,٣٪ * من اجمالى أعداد القادمين (جوا) ، كذا رعايا دول مجلس التعاون الخليجى أعلى نسبة من ٥١,٦٪ – ٦٧,٢٪* للقادمين من منافذ الدولة (برا).**

**أما بالنسبة للفنادق ، فأعلى نسبة نزلاء من الأجانب عام ١٩٩٢، حيث يمثلون ٥٣,٢٪ من اجمالى أعداد النزلاء ، وقد زادت تلك النسبة من عام ٨٧ – ١٩٩٢ بنسبة ٣٩,٨ ٪، كذلك نسب الليالى السياحية وإشغال الفنادق بكافة درجاتها .**

**ويتضح من البيانات الإحصائية أن الليالى السياحية زادت بنسبة ٥٨,٨٪ خلال عام ٨٧– ١٩٩٢ . هذا علاوة على المشاريع المستجدة والتى تعمل على زيادة الحركة السياحية من نشاطات ثقافية ورياضية ومؤتمرات ومعارض ، علاوة على افتتاح الخط البحرى بين الدوحة ودبى فى نوفمبر ١٩٩٤ والذى يمثل الاتصال البحرى بين الدولتين .**

(*) المصدر : دراسة قطاع السياحة فى دولة قطر ، المجلس الأعلى للتخطيط ، الدوحة، ١٩٩٠ .

لذلك ، بالتعرف وتحديد المقومات السياحية وتكاملها مع باقى المقومات ، يمكن وضع برامج سياحية منظمة ومتكاملة فى هيئة خطط سنوية لتنمية هذا القطاع الحيوى واستغلال تلك المقومات للبلاد حيث قد ثبت على سبيل المثال لا الحصر من تجربة مشروعى :

١- بحيرة الخليج العربى والذى تم حجز كافة الوحدات المطروحة للبيع فى أقل من أسبوع من تاريخ الإعلان .

٢- مشروع شاليهات مسيعيد ونجاح التجربة مع الضغط والإشغال الكامل لهذا المنتجع ، خاصة أيام الأعياد والعطلات الرسميه ، مما يدل على تقبل واستعداد المواطنين لمثل هذه المشاريع السياحية والتى تمثل دعامة أساسية للسياحة الداخليه .

وهذا دليل لإمكانية استثمار الطاقات السياحية بالدولة تجاه السياحة الخارجية بجانب السياحة الداخلية أيضا ( علما بأن نسبة التحويلات المصاحبة للمغادرين للسياحة بقطر بين عام ٨٥- ١٩٨٩ ما بين ٨٤١,١ - ٩٨٥,١٢ مليون ريال قطرى أى زيادة بنسبة ١٧ ٪ ) [1] .

## أهداف البحث :

- يهدف هذا البحث لدراسة وتحليل المقومات الطبيعية والعمرانية السياحية بدولة قطر مستغلة أو غير مستغلة بعد .
- كذلك العمل على تصنيف السياحة طبقا للمقومات الطبيعية والعمرانية الحاليه .
- دراسة للإمكانيات المختلفة لتنمية وتطوير قطاع السياحة مع حصر للمشاكل والمعوقات الحالية ودراسة لكيفية التغلب عليها.
- رسم وتحديد للمهام الرئيسية للجهات المعنية بقطاع السياحة والتابعة له ، مع تنظيم للعلاقات التبادلية بينهم .
- الخروج بالدراسة واستخلاص كيفية إعداد المخطط السياحى كهدف أساسى بناء على المقومات الطبيعية والعمرانية الحالية بالدولة واستغلالها أمثل استغلال .

الجزء الأول

## تعريف أهداف وأنماط وأشكال السياحة وعلاقتها بالتخطيط السياحى

للبدء فى دخول مجال صناعة السياحة ، يجب أولا التعرف على ماهية السياحة من حيث تعريفها ، أهدافها ، كذا نوعيات السواح المطلوب جذبهم ، مع تحديد لمناطق الجذب المختلفة ، وأنسب الأوقات للزيارة ، ونوعها ، وأهم المقومات ، والمغريات والمناطق الجاذبة لكل نوعية السواح .

هذا بالنسبة للسياحة الخارجية ، علاوة على السياحة الداخلية والتى لا تقل أهمية عن الخارجيه ، حيث من الممكن توجيهها للاتجاه السليم ، للاستفادة من جملة الإنفاق خارج الدولة لداخلها تجاه المشاريع والمناطق السياحية وتنميتها وتطويرها .

### ١- تعريف السياحه

السياحة كما سبق الذكر هى علم ، لذا يجب التعرف عليها قبل البدء فى تحليلها . وللسياحة عدة تعريفات تختلف طبقا لمن يقوم بتعريفها ووجهة نظره [2] ، فالبعض ينظر للسياحة على أنها ظاهرة اجتماعيه ، والبعض الآخر ينظرون لها من الوجهة الاقتصادية أو أحد العوامل للعلاقات الانسانية بين الشعوب ، أو كعلاقة دولية لربط وتدعيم وتنمية الثقافة بين تلك الشعوب .

ومن أوائل التعريفات عام ١٩٠٥ (جو بيير فرويلر)[3] عندما وصفها بأنها :

" ظاهرة تنبثق عن الحاجة المتزايدة للراحة وتغيير الهواء وإلى مولد الإحساس بجمال الطبيعة والشعور بالبهجة والمتعة من الإقامة فى مناطق لها طبيعتها الخاصه " .

وتوالت الأبحاث حتى عام ١٩٣٠ حيث عرف الباحث الانجليزى (اوجيلفى) [2] إلى أن السواح :

" هم كل الأشخاص الذين يتوفر فيهم شرطان :

أ ) انتقالهم من موطنهم الأصلى لمدة لا تقل عن سنة .

ب) من ينفقون فى المناطق التى يقيمون فيها إقامة مؤقتة

---

(١) المصدر : دراسة قطاع السياحة فى دولة قطر ، المجلس الأعلى للتخطيط ، الدوحة، ١٩٩٠ .

(٢) Alister Mathieson G. Wall , TOURISM ( Economic, Physical and Social Impact) U.S.A., 1990

(٣) المصدر : السياحة الحديثة علما وتطبيقاً ، د. محمود كامل ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ، ١٩٧٥ .

أموالاً لم يكسبوها من هذه المناطق " .

ثم عرفت السياحة تعريفاً علمياً عام ١٩٥٩ من (الجمعية الدولية لخبراء السياحة العلميين) (١) .

" السياحة عبارة عن مجموع العلاقات والظواهر التى تترتب على سفر وإقامة مؤقتة لشخص أجنبى فى مكان ما طالما هذه الإقامة المؤقتة لا تتحول إلى إقامة دائمة ولا ترتبط بنشاط يغل ربحاً لهذا الأجنبى " . فالسائح مستهلك بحت .

" السياحة هى مطلب كل انسان ، مادام الانسان بحاجة إلى المعرفة والبهجة ، ما دامت وسائل الاتصال والسفر فى تحسن وتشابك ، وما دامت مستويات المعيشة والمداخيل تزداد سعة ، ما دام التواصل الإنسانى مطلب لا غنى عنه " (٢) .

دخلت السياحة من وجهة نظر السفر على أنها مرحلة متحركة – ديناميكية ، وأما من وجهة نظر الإقامة نفسها ، فهى مرحلة ثابتة – ومن هنا ظهر مدى أهمية النقل فى استيراد وسرعة تحريك السواح واستغلال أوقاتهم أكمل استغلال مهما تنوعت حركاتهم .

تنقسم الحركات السياحية إلى قسمين بأربعة مجموعات :

- القسم الأول : ويشمل المجموعات الكميه

١-١ المجموعة المكانية ممثلة فى الموقع – المنطقة الجغرافية– ووسائل الاتصال بالمناطق الأخرى .

١-٢ المجموعة الوظيفية ممثلة فى السفر والاقامة .

- القسم الثانى : المجموعات الكيفيه

٢-١ المجموعة الترفيهية والرياضية ممثلة فى الراحة والاستجمام والرياضه .

٢-٢ المجموعة البيئية والثقافية والعلمية ممثلة فى الآثار والعادات والتقاليد البيئية والمؤتمرات .

والقسم الثانى من خلاله يمكن الوصول للمفهوم الصحيح والطابع المميز للسياحة كظاهرة اجتماعيه .

(١) المصدر : السياحة الحديثة علما وتطبيقاً ، د. محمود كامل ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ، ١٩٧٥ .

(٢) المصدر : السياحة فى منطقة البحر المتوسط ، د. محمد الحمادى ، الكتاب الجغرافى السنوى ، العدد الثالث ، الرياض ، ١٩٨٧ .

(٣) Douglas Pearce, Tourism Today ,New York, 1987

هناك ارتباط وثيق بين السياحة ومناطق الدراسه ، وهى ما يسمى أو يطلق عليها بالجغرافيا السياحية تبعا لنمط المنطقة واتساعها والعوامل الطبيعية والبيئية المؤثره .

ويمكن القول بأن السياحة فى مضمونها عامة (٣) هى مدى الانتفاع من الاجازات أو أوقات الفراغ للتمتع بالمصادر والمغريات الطبيعية والبيئية والثقافية بمنطقة ما تبعد إلى حد ما عن موطن الإقامة المعتاد ( شاملة السياحة الداخليه ) .

## ٢- أنماط السياحة وأشكالها وبواعثها وأغراضها

قبل دراسة أنماط السياحة يجب التعرف أولا على :

- مناطق الجذب التى يقصدها السائح .
- المناطق المصدرة التى يقبل منها السائح .

حيث أن رغبات واهتمام السواح تختلف من دولة أو منطقة لأخرى . كذلك العمل على دراسة مدة الإقامة المناسبة للسائح بالبلد المستقبلة ، وذلك طبقا إلى :

- طبيعة الموسم السياحى .
- موقع الموسم السياحى من فصول السنة .

حيث أن كل فترة من فترات السنة تعتبر موسماً سياحياً لفئة معينة من السواح ، وذلك تبعاً للمناخ ، كذا المناطق الجغرافيه . لذلك فدراسة البواعث التى تدفع السائح لمغادرة بلده لبلد آخر من أهم عوامل الحركة السياحيه ، مع دراسة للخصائص الاجتماعية والاقتصادية التى يتميز بها المطلب السياحى .

بعد التعرف وتحديد كل هذه المؤثرات يمكن التوصل إلى أى نوع من أنواع وأنماط السياحة مطلوب ولمن ومتى .فهناك أنماط سياحية عديدة منها(١):

أ - أنماط مصنفة طبقا للمنطقة الجغرافية التى يقبل منها ويقصدها السائح :

سياحة استضافة ، سياحة خارجية ، سياحة داخليه

ب- أنماط مصنفة طبقا لسمة حركة السياحة وصلتها بمدة الإقامه :

سياحة اقامة ، سياحة موسمية ، سياحة تنقل .

جـ- أنماط مصنفة طبقا لطبيعة الموسم السياحى :

سياحة شتوية ، سياحة صيفية ، سياحة مناسبات.

د – أنماط مصنفة طبقا للبواعث والدوافع السياحيه :
سياحة تاريخية وثقافية وترفيهية ، سياحة استجمام وصحة ، سياحة رياضيه .

هـ– أنماط مصنفة طبقاً للخصائص الاجتماعية والاقتصادية للمجتمع :
سياحة ممولة ذاتيا ، سياحة اجتماعية ، سياحة شبابيه .

وأخيراً ، وأهم النقاط هى : مدى الانفتاح الإدارى للدولة المضيافة ، فهل هى ستكون سياحة موجهة أو سياحة حره . كل ذلك فى ضوء قواعد وقوانين الدولة والتى من الممكن أن تحد من حرية السائح أحيانا .

## ٣– التخطيط السياحى

لإعداد مخطط سياحى ، يجب معرفة وتحديد للموارد السياحية بالدولة (*)، فهى تعتبر عاملاً أساسياً ونقطة بداية هامة لكل مخطط يضع خطة سياحيه .

يركز التخطيط السياحى على استثمار الموارد والإمكانات السياحية بهدف إسهام هذا القطاع الاقتصادى فى زيادة حصيلة الدخل القومى وتنويع مصادره ، وتتمثل الموارد الطبيعية التى يمكن استغلالها فى مجال السياحة فى :

– بعض أشكال سطح الأرض – موارد نباتية طبيعية – موارد حيوانية فطريه – المناخ السائد – السواحل البحرية والجزر ، يضاف إلى ذلك عوامل غير طبيعية كالمواقع الأثرية والأماكن المقدسة والمزارات الدينيه ، إلى جانب أنواع السياحة المستحدثه ( سياحة المؤتمرات ، سياحة رياضية ، سياحة علاجية ... الخ ) .

حيث أن حث السائح على ارتياد منطقة سياحية لا يتطلب إلا إعداد شئ لا يمكن أن يجده فى وطنه ، أو متطلب خاص تحت ظروف معينة يحثه على السفر لقضائه .

لذلك يجب الأخذ فى الاعتبار مجموعة الإمكانيات القائمة فعلاً أو محتمل قيامها لمنطقة أو دولة المراد وضع مخطط سياحى لها مع دراسة لاحتياجاتها ، كذا الظروف المختلفة للمناطق المجاورة لها ، وعليه يجب دراسة المناطق المطلوب تخطيطها سياحياً ، ليس فقط على المستوى المحلى ، ولكن على المستوى الخارجى، للتعرف على مدى علاقتها وارتباطها بالمناطق المجاورة كتكامل للخطط السياحية بنظرة أشمل .

## دراسات على المستوى المحلى

أ – طبقاً للاعتبارات الجغرافيه : تحديد للخطوط والمعالم الطبيعية البارزة من :

– المناظر الطبيعية وخصائصها ومواقعها من سواحل ، رمال ، شعب مرجانيه ...

– المناخ من جهة درجات الحرارة ، وفترات هطول الأمطار، وتوافر أشعة الشمس ، والرياح ، للتعرف على فصول السنة وتصنيفها طبقا لنوعية السائح .

– البيئة النباتية والحيوانية والبحرية للمنطقة من : نباتات وأشجار نادرة ، حيوانات وطيور ، أسماك .

ب– طبقاً للاعتبارات الاجتماعية والاقتصاديه : توافر إمكانيات المعيشة ، كذا توافر مصادر الطاقة من مياه – كهرباء ... كذا وسائل النقل المختلفة والطرق .

جـ– طبقا للاعتبارات التاريخيه : مخلفات الماضى من معالم وآثار والتى تعتبر ارشيفاً تاريخياً للبلاد ، ومادة خاما يمكن استغلالها فى مجال السياحة ، بهدف تحديد لأهم المعالم وأماكنها وأى نوعية من السواح يهتمون بها .

د – طبقا للاعتبارات السياحيه : الجهات المعنية المختصة بالنشاط السياحى والفنادق وخدماتها ، كذا المنشآت السياحية والملاعب ... مع دراسة للسوق السياحى بالمنطقة ، مع تحديد للتوقعات والاحتمالات للسياحة المنتظرة وكيفية وسبل تحقيقها بالنتائج المرجوة منها .

## ٤– أنماط المغريات وعوامل الجذب السياحى

من أهم العوامل المؤثرة على النشاط السياحى هو عامل الجذب السياحى ، وينحصر فى ثلاث مجموعات هى :

(*) Douglas Pearce, Tourism Today ,New York, 1987

٤-١ المغريات التاريخية والأثرية وهى ممثلة فى :

الآثار - عناصر معمارية هامة وطابعها نابع من البيئة وعادات وتقاليد المجتمع ، أو مبانى تمارس فيها الشعائر الدينيه - موانئ قديمة - مواقع لها أهمية تاريخيه ، مراسم واحتفالات تعبر عن الواقع البيئى للمنطقه - أبراج ، حصون ، قلاع ... .

٤-٢ المغريات المتصلة بالإنتاج البشرى المعاصر

حضارات الشعوب - العادات والتقاليد وطرق المعيشة وهى تنقسم إلى :

٤-٢-١ أنشطة قديمه : فولكلور - صناعات يدوية ذات طابع محلى - ملابس - موسيقى ...

٤-٢-٢ أنشطة عصريه : مصانع - مراكز إنتاج - اعلام ( سباقات سيارات أو حيوانات ) .

٤-٣ المغريات الطبيعيه

٤-٣-١ مغريات الأرض الطبيعية النادرة

أشجار - حدائق عامة وقوميه - كثبان رملية - نتوءات صحراوية - حيوانات متوحشة - طيور مهاجرة- واحات

٤-٣-٢ المغريات المائيه

وهى تنطلق من الماء تحت جميع أشكاله ومظاهره ، أى عناصر الجذب ذات الصلة بالماء مثل : نباتات مائية - شعب مرجانية - حدائق أسماك - مساقط مياه - شلالات - جزر - عيون مياه طبيعيه .

## الجزء الثانى
# السياحة فى قطر

مما لا شك فيه أنّ دولة قطر تتمتع بمقومات سياحية كبيرة سواء طبيعية ، أو اجتماعية أو اقتصاديه . لذلك فلوضع خطط سياحية من الواجب ، كما ذكر من قبل ، التعرف على تلك المقومات والموارد السياحية لاستغلالها أقصى وأمثل استغلال ، ضماناً لتحقيق الغرض المنشود والوصول للنتائج المرجوة من زيادة معدل الحركة السياحية ، وأن يصل دخلها ليمثل أحد مصادر الدخل القومى للدوله .

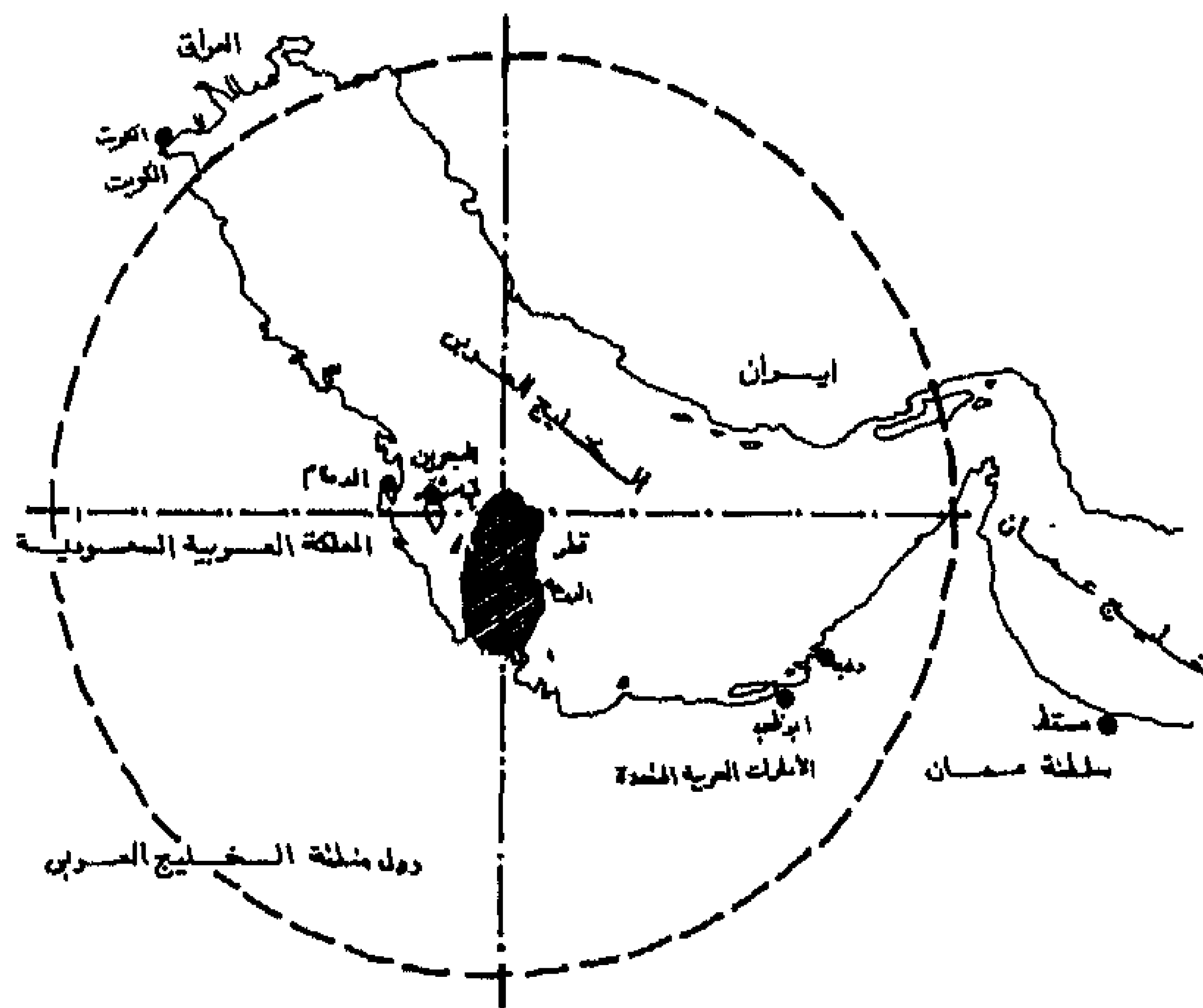
### مقومات سياحية على المستوى الدولى

تقع دولة قطر بمنطقة الخليج العربى والذى أصبح محطة رئيسية للعابرين من أوربا وأمريكا والشرق الأوسط إلى الشرق الأقصى ، أو للقادمين للمنطقة التى أخذت أهميتها الحالية تزداد منذ ظهور البترول بها ، وهذه الأهمية ممثلة فى المدن التالية ومطاراتها الدولية :

الدوحة (قطر) ، أبو ظبى ودبى (الامارات العربية المتحدة)، المنامة (البحرين) ، الدمام ( المملكة العربية السعودية ) ، مسقط (عمان) ، الكويت (الكويت) .

### مقومات سياحية على مستوى منطقة الخليج العربى

تعتبر دولة قطر هى مركز الخليج العربى أفقياً ورأسياً ، ونقطة ارتكاز جغرافى لباقى الدول المحيطه ، فهى مركز متوسط ذو أهمية استراتيجية ونقطة اتصال بين الشرق والغرب. ( شكل ١ )




شكل رقم ١ - موقع شبه جزيرة قطر خليجيا

### مقومات سياحية على المستوى القومى

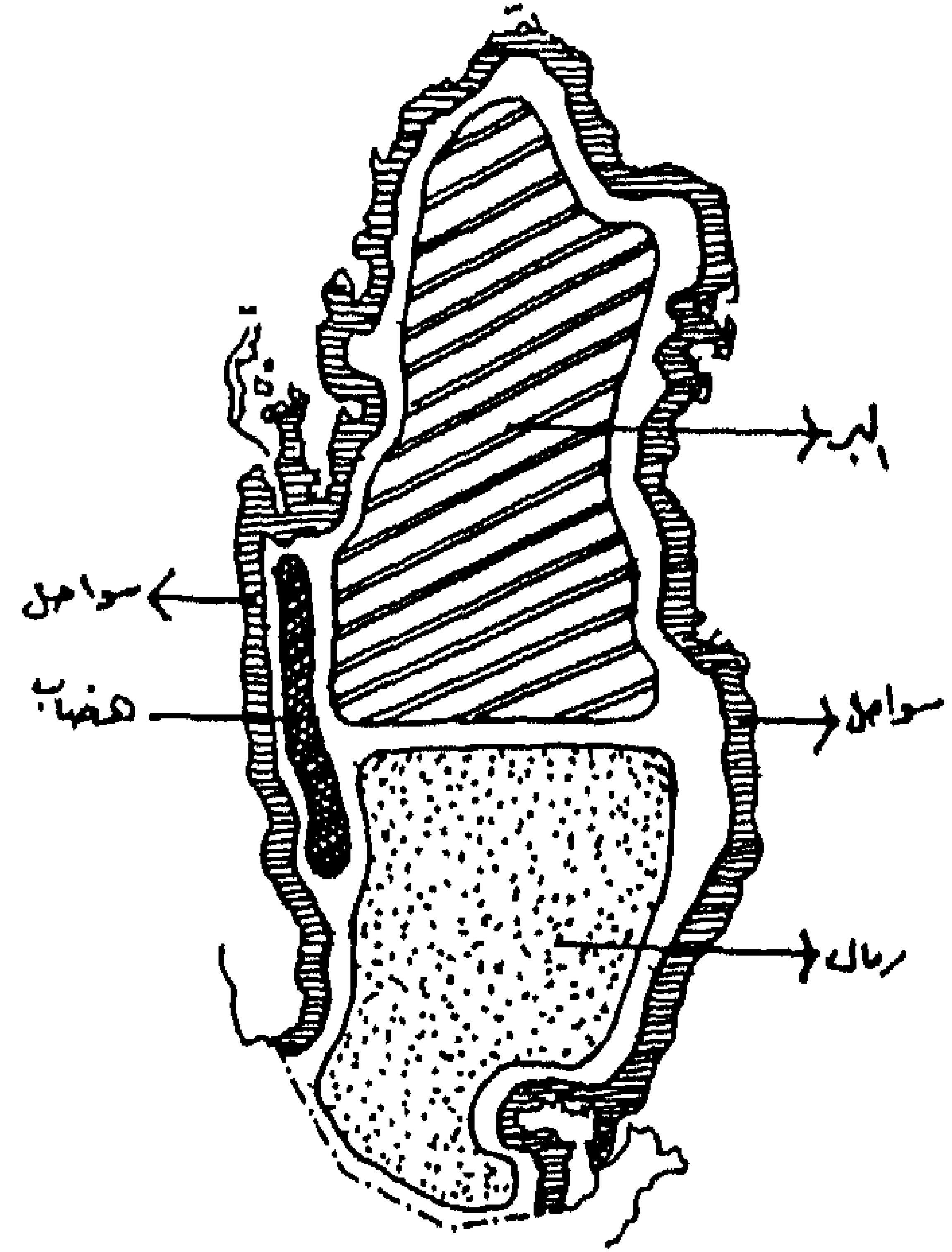
دولة قطر شبه جزيرة وسط الخليج العربى ، وحدودها ما يقرب من ٩٠٪ من أطوالها سواحل ، وباقى الحدود يابس من الجهة الجنوبية فقط ( الحدود مع المملكة العربية السعودية ) . فهى تتمتع بسواحل يبلغ طولها حوالى ٦١٠ كم * طولى

* Al Sheeb Ali, Coastal Geomorphology of the cost of Quatar Peninsula, U.K. 1988.

كمناطق ساحلية ، أمـا المنـاطق الداخليـة فيمكن تقسيمها طبقا لملامحها الطبيعة والعمرانية :

أ ) منـاطق روضـات وزراعـة (البر) - تجمعات عمرانيـة ذات صبغة صحراويه .

ب) منـاطق رمـال وكثبـان رملية ناعمـة تنـدر بهـا التجمعـات العمرانية . (شكل ٢)




شكل رقم ٢ - الملامح الطبيعية لقطر

ويتبـع شبه جزيـرة قطر مجموعـة مـن الجـزر وأشـهرها أرخبيـل - حـوار - حـالول - شـراعوة - الأسـماط - الركـن والبشرية ... فعامة تتمتع دولة قطر بجو بيئى نظيف ، كما أنها تعد من الدول غير المزدحمة نسبياً كـالدول المجـاورة لهـا مثـل الكويت والامارات ... وهى ميزة تنفرد بها بالمنطقه .

## مقومات سياحية على المستوى الإقليمى أو المناطق

تنقسم دولـة قطر إدارياً إلى مناطق وبلديات ( ١٠ منـاطق ) وهى :

الدوحـة - الريـان - الوكـرة - مسـيعيد - أم صـلال - الخور- الشمال - الغويرية - الجميلية - جريان البطنة .

وهذه المناطق لها علاقة بالسـواحل ( عدا منطقـة أو بلديـة الريان ، فهى لا تطل على البحر ) .

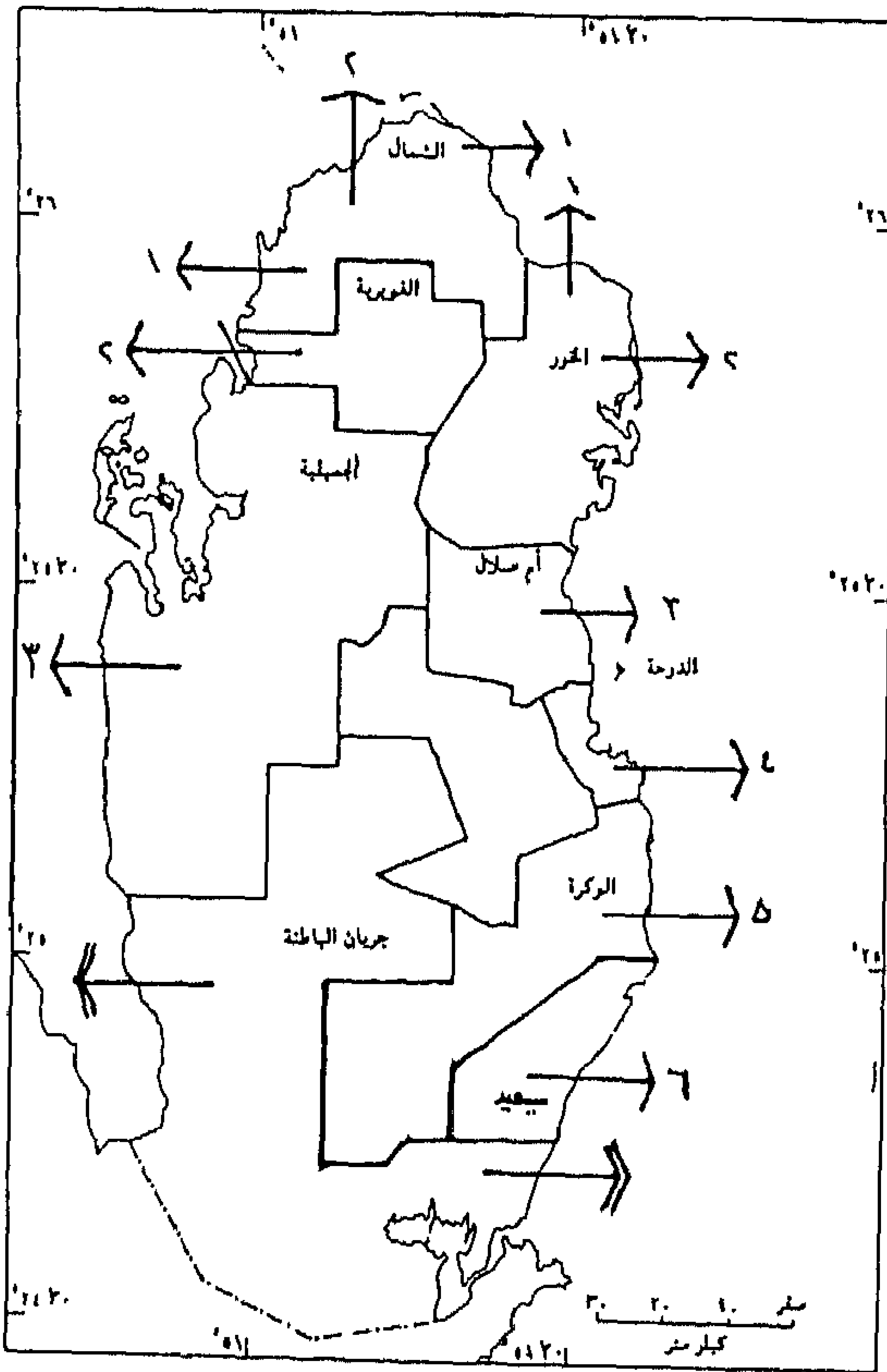
فهنـاك ٢ منـاطق تطل على السـواحل الشـمالية ( الخـور ، الشمال ) .

٦ منـاطق تطـل علـى السـواحل الشـرقية ( الدوحـة ، الوكرة ، مسيعيد ، أم صلال ، الخور ، الشمال ).

٣ مناطق تطل علـى السـاحل الغربـى ( الغويريـة ، الجميلية ، الشمال ) .

١ منطقة تطل على الساحل الشرقى والغربى (جريـان البطنة ) .

ويمكـن مـن ذلـك التعرف علـى علاقـة السـواحل بالتقاسـيم الإدارية للدولة ، وأهميـة وطول كـل منهـا ، ومـدى تـأثير ذلـك على الاستغلال السياحى ، حيث أن المناطق والبلديات السـاحلية هى أكثر من غيرها فى مجالات السياحة بها نظراً لجذب الساحل للأنشطة السياحية عامة . ( شكل ٣ )




شكل رقم ٣ - الحواف الشاطئية للبلديات بقطر

### مقومات على المستوى المحلى

هناك بعض المناطق وكذا التجمعات العمرانية ذات صبغة أو وظيفة تعتبر فى حد ذاتها مقومات محلية من: العاصمة الادارية – مناطق الأخوار ( خور العديد . خور زكريت ... ) مناطق ذات سواحل رملية – مناطق بها هضاب ( منطقة دخان ) .

لذلك فهناك مقومات عديدة ومتدرجة حسب أهميتها وسيتم التركيز فى الدراسة على كافة مستوياتها السابقه.

## المقومات الطبيعيه

السياحة مرتبطة بطبيعة المكان وجغرافيته التى تحدد مقومات معينة فمنها :

### مقومات طبيعية على المستوى الدولى (عام)

- المناخ : يعتبر مناخ منطقة الخليج العربى قاسياً إلى حد ما (مناخ الصحراء)* نظراً لشدة الحرارة صيفاً ، لكن هناك فترات يكون فيها الجو ملائماً للأغراض السياحية وخاصة للسياحة الخارجيه ، حيث يعتدل الجو مع طول فترة سطوع الشمس فى نفس الوقت الذى تنعدم فيه تلك الظروف بمناطق أخرى ، مما يعطى ميزة لمنطقة الخليج فى مثل هذه الفترات من السنة ، ويعتبر أحد المقومات الطبيعية السياحية بالمنطقة

- الموقع : كما ذكرنا من قبل ، تقع دولة قطر فى منطقة متوسطة بين دول شرق وأقصى آسيا والدول الأفريقية والأوربية والأمريكية .

فهناك مطار دولى يمكن استغلاله فى الوصل بين الشرق والغرب ، وذلك عن طريق فتح الأجواء للشركات العالمية لاستخدامه للنقل والشحن مع تقديم التسهيلات العديده .

### المقومات الطبيعية على مستوى منطقة الخليج العربى

علاوة على موقع قطر المتوسط بين دول المنطقه ، فهناك موانئ أهمها ميناء مسيعيد والدوحة ، كذا الميناء الجديد لمشروع رأس لفان للغاز الطبيعى ، ويمكن العمل على توسيع وتطوير بعض الموانئ القديمة من ميناء الرويس ودخان لاستقبال السفن بحجم معين . هذه الموانئ ستعمل على الربط بين دول المنطقة واستغلالها فى التبادلات للصادرات والواردات من الوجهة الاقتصاديه ، وكذا استقبال السواح عن طريق المداخل البحرية . وهذا قد ترجم بالفعل فى مشروع ربط الدوحة بمدينة دبى بدولة الإمارات العربية المتحدة عن طريق عبارة سياحية ، مما يعمل على ازدياد حركة التبادل السياحى بين البلدين .

### المقومات الطبيعية والعمرانية على مستوى دولة قطر: ( مناخ/ أشكال سطح/ سواحل/ عمران / نقل وطرق )

## ١- المناخ

يعد من أهم موارد البيئة الطبيعية وأكثر العوامل تأثيراً على التخطيط عامة والتخطيط السياحى خاصة ، فهو يؤثر على النشاط البشرى وتحركاته ،المناخ عبارة عن : درجات حرارة – أمطار ورطوبة – سطوع شمس ورياح .

فللمناخ أثر واضح فى نشاط الحركة السياحية سواء كانت على المستوى الدولى أو المحلى ، ويتمثل ذلك فى جذب وتحريك السكان تجاه السواحل من المناطق ذات الشتاء البارد أو المناطق ذات الحرارة العاليه (البر) للمناطق الساحلية ذات الجو المعتدل .

أ ) درجات الحرارة **( جدول ٦ )

تعتدل درجات الحرارة فى الأشهر ( يناير ، فبراير ، مارس ... نوفمبر ، ديسمبر ) (جدول ٦) ، حيث تتراوح معدلاتها ما بين (١٩,١° م إلى ٢٦,٣° م )عظمى ، ومن (١١,٠° م إلى ١٦,٩° م) صغرى وهى ملائمة ومن أنسب الدرجات لممارسة الانسان للحياة الطبيعية والأنشطة المختلفة ، وهى تعتبر لأهل البلاد فترة شتاء ، لكن بالنسبة للأجانب سواء من أوربا أو أمريكا فهى أجمل الفترات مناخياً .

- هناك فترة تنحصر فى عدة أشهر متوسطة الحرارة وهى أشهر ( ابريل ، مايو ... سبتمبر ، اكتوبر ) حيث تتراوح درجات الحرارة من (٢٩,٢° م إلى ٣٧,٧° م) عظمى إلى (١٨,٣° م – ٢٧,٦° م) صغرى ، وهذه الفترة من الممكن أن تلائم أهل شرق آسيا والعرب عامة ، حيث أنه يعتبر جواً معتدلاً .

- أما الفترة التى تزداد فيها درجات الحرارة عن معدلاتها وهى

* المصدر : نظام عبد الكريم ، على الشبب ، بسام النصر ، جغرافية العالم الإسلامى ومستقبلة ، الدوحة ، ١٩٩٥.

** المصدر : الجهاز المركزى للإحصاء ، جدول ٢ ، ص ٦ ، الدوحة ، ١٩٩٣

الأشهر (يونيو – يوليو – أغسطس) ، وهى فترة يتحملها ومعتاد عليها أهل المنطقة ، ويمكن الاستفادة منها للسياحة الخارجية لأهل ومواطنى منطقة الخليج وكذا للسياحة الداخلية.

ب- الرطوبة النسبيه

تقل نسبة الرطوبة فى الأشهر ( أبريل – مايو – يونيو ) حيث تتراوح من ٥٣ – ٧٦٪ عظمى ، ومن ١٥ – ٤١ ٪ صغرى ، ومما يعمل على تلطيف الجو شتاءا هو ارتفاع نسبة الرطوبة ، كذلك تعمل على عدم تحمل الجو صيفاً .

جـ- الأمطار* ( جدول ٦ )

لا توجد أمطار طوال العام فهطول المطر محصور فى الأشهر ( ديسمبر / يناير / فبراير ... ) ، حيث تسقط الأمطار على فترات متفرقة ، ولا تمثل أى عائق لاستمرار الحياة (اللهم إلا السيول والتى تحدث كل عدة سنوات ) حيث أن مدد سقوط المطر لا يتعدى ساعات ، بل على العكس فهى تعمل على : تلطيف وتنظيف الجو والبيئة – هذا بجانب الاستفادة منها فى زيادة منسوب المياه الجوفية العذبة ، وفوائدها بالنسبة للاغراض الزراعية والرعى .

د – سطوع الشمس ** ( جدول ٧ )

سطوع الشمس يعتبر أحد النعم التى مَن الله سبحانه وتعالى بها على الإنسان ، فهى بمثابة مصدر من مصادر الطاقة، ولها فوائد عدة سواء للحياة البشرية أو النباتية والحيوانيه .

فمعدل سطوع الشمس وتأثيره البسيط المقبول للإنسان وراحته متوفر فى قطر على مدار الأشهر ( يناير – فبراير – مارس ... اكتوبر – نوفمبر – ديسمبر ) ، وهى الفترة التى يحرم منها الأجانب فى بلادهم من أشعة الشمس ، ومن هنا يمكن الاستفادة واستغلال هذا المصدر فى جذب السواح ، فالمعدل يتراوح ما بين ٩ – ١٠ ساعة / اليوم فى تلك الفترة .

جدول رقم ٦ هطول الأمطار والمتوسط الشهرى لدرجات الحرارة والرطوبة النسبية

مطار الدوحة الدولى ١٩٩٠ – ١٩٩٢

| الشهر | هطول الأمطار (ملليمتر) | | | متوسط درجات الحرارة المئوية | | | | | | متوسط الرطوبة النسبية ( ٪ ) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ١٩٩٠ | | ١٩٩١ | | ١٩٩٢ | | ١٩٩٠ | | ١٩٩١ | | ١٩٩٢ | |
| | ١٩٩٠ | ١٩٩١ | ١٩٩٢ | صغرى | عظمى | صغرى | عظمى | صغرى | عظمى | صغرى | عظمى | صغرى | عظمى | صغرى | عظمى |
| يناير | ١٠,٧ | ٠,٣ | ٨,٧ | ١٢,٩ | ٢٠,٢ | ١٥,١ | ٢٢,٥ | ١١,٠ | ١٩,١ | ٥٣ | ٨٩ | ٥٢ | ٨٧ | ٤٨ | ٨٣ |
| فبراير | ١٣,٧ | ١,٣ | ٢٦,٨ | ١٥,٠ | ٢٢,٥ | ١٤,٦ | ٢٢,٧ | ١٢,٨ | ٢٠,٧ | ٤٥ | ٨٦ | ٤٩ | ٨٤ | ٥٠ | ٨٦ |
| مارس | ٠,٦ | ٢٦,٢ | ١,٩ | ١٦,٩ | ٢٦,٨ | ١٧,٠ | ٢٥,٢ | ١٤,٢ | ٢٢,٧ | ٣٣ | ٨١ | ٤٥ | ٨٧ | ٤٤ | ٨٥ |
| ابريل | ٤,٦ | ١,٠ | ٢,٩ | ٢١,٦ | ٣٢,٦ | ٢٢,٤ | ٣٣,٥ | ١٩,٣ | ٣٠,٢ | ٢٦ | ٧٠ | ٢٣ | ٦٨ | ٣١ | ٧٦ |
| مايو | – | – | ٠,١ | ٢٦,٧ | ٤٠,٣ | ٢٤,٨ | ٣٦,٥ | ٢٥,٨ | ٣٧,٥ | ١٥ | ٦٠ | ١٦ | ٥٣ | ٢٥ | ٧١ |
| يونيو | – | – | – | ٢٨,١ | ٤١,٤ | ٢٧,٩ | ٣٩,٨ | ٢٨,٥ | ٤٢,٥ | ٢٤ | ٧٤ | ٢١ | ٦٥ | ١٨ | ٦٥ |
| يوليو | – | – | – | ٣٠,٣ | ٤٣,٣ | ٢٨,٦ | ٣٩,٩ | ٢٩,٤ | ٤١,١ | ١٩ | ٧٣ | ٢٥ | ٧٠ | ٢١ | ٦٧ |
| اغسطس | – | – | – | ٢٩,٢ | ٤٠,٥ | ٢٩,١ | ٣٨,٨ | ٢٩,٨ | ٤١,٣ | ٢٨ | ٧٨ | ٣٥ | ٧٩ | ٢٨ | ٧٦ |
| سبتمبر | – | – | – | ٢٧,٠ | ٣٨,٨ | ٢٧,٦ | ٣٧,٧ | ٢٧,٣ | ٣٨,٠ | ٣٠ | ٧٩ | ٣٦ | ٨٣ | ٤٠ | ٨٩ |
| اكتوبر | – | – | ١٢,٢ | ٢٤,٤ | ٣٥,٩ | ٢٤,٨ | ٣٤,٤ | ٢٣,٧ | ٣٣,٨ | ٤٠ | ٧٤ | ٤٠ | ٨٧ | ٣٨ | ٨٢ |
| نوفمبر | – | – | – | ٢٠,٣ | ٣٠,٣ | ١٨,٣ | ٢٩,٠ | ٢٠,٦ | ٢٩,٢ | ٣٩ | ٨٤ | ٣٧ | ٨٣ | ٤٦ | ٨٣ |
| ديسمبر | – | ٣١,١ | ٥٠,٦ | ١٦,١ | ٢٦,٣ | ١٧,٣ | ٢٥,٢ | ١٦,٨ | ٢٣,١ | ٣٩ | ٨٤ | ٤٩ | ٨٩ | ٥٩ | ٨٨ |
| السنة | ٢٩,٦ | ٣١,٩ | ١٠٣,٢ | ٢٢,٤ | ٣٣,٢ | ٢٢,٣ | ٣٢,١ | ٢١,٦ | ٣١,٦ | ٢٣ | ٧٨ | ٣٦ | ٧٨ | ٣٧ | ٧٩ |

المصدر : الجهاز المركزى للإحصاء ، جدول ١ ، ص ٤ ، الدوحة ١٩٩٣

* المصدر : الجهاز المركزى للإحصاء ، جدول ٢ ، ص٦ ، الدوحة ، ١٩٩٣ .

** المصدر : الجهاز المركزى للإحصاء ، جدول ١ ، ص٤ ، الدوحة ، ١٩٩٣ .

جدول رقم ٧ - سطوع الشمس - مطار الدوحة الدولى ١٩٩٠ - ١٩٩٢

| الشهر | سطوع الشمس - القصوى اليومية | | | الاشعاع الشمسى - القصوى اليومية | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ١٩٩٠ | ١٩٩١ | ١٩٩٢ | ١٩٩٠ | ١٩٩١ | ١٩٩٢ |
| يناير | ١٠,٤ | ٩,٨ | ٩,٨ | ٤٣٨,٠ | ٣٨٢,١ | ٤١٥,٩ |
| فبراير | ١٠,٦ | ١٠,٤ | ١٠,٣ | ٥٠٢,٤ | ٤٧٢,٦ | ٤٩٨,٤ |
| مارس | ١٠,٩ | ١٠,٤ | ١٠,٨ | ٥٥٢,١ | ٥٣١,٠ | ٥٨٢,٠ |
| ابريل | ١٢,٢ | ١١,٥ | ١١,٨ | ٦٧٦,١ | ٦٢٥,٢ | ٦١٣,٩ |
| مايو | ١٢,٢ | ١٢,٠ | ١٢,٠ | ٦٤٧,٤ | ٦٥٣,٩ | ٦٣٧,٧ |
| يونيو | ١٢,٥ | ١٢,٢ | ١٢,٣ | ٥٨٦,١ | ٦٥٢,٩ | ٦٦١,١ |
| يولية | ١٢,٢ | ١١,٣ | ١١,٧ | ٦٤٣,٠ | ٥٥١,٣ | ٦٢١,٢ |
| أغسطس | ١١,٩ | ١١,٢ | ١١,٧ | ٥٧٥,٢ | ٥٧٣,١ | ٦٠٨,٣ |
| سبتمبر | ١١,١ | ١٠,٩ | ١١,٤ | ٥٦٩,٢ | ٥٥٣,٠ | ٥٧٤,٦ |
| اكتوبر | ١٠,٥ | ١٠,٥ | ١٠,٥ | ٤٨٩,٩ | ٤٩٣,٣ | ٤٩٦,٦ |
| نوفمبر | ١٠,٤ | ١٠,٤ | ١٠,٢ | ٥٥٨,٢ | ٤٣٧,٠ | ٤٣٣,٧ |
| ديسمبر | ١٠,١ | ٩,٨ | ٩,٩ | ٣٩٦,٦ | ٣٧٨,٩ | ٣٩٧,٦ |
| السنة | ١٢,٥ | ١٢,٢ | ١٢,٣ | ٦٧٦,١ | ٦٥٣,٩ | ٦٦١,١ |

المصدر : الجهاز المركزى للإحصاء ، جدول ٣ ، ص٧ ، الدوحه ، ١٩٩٣

وهناك فترات ذات سطوع شمس وتأثير متوسط على الإنسان وهى فى الأشهر ( ابريل ... سبتمبر ) حيث يتراوح معدل سطوح الشمس ما بين ١٠,٥ - ١٢ ساعة / اليوم .

أما باقى فترات السنة ما بين الأشهر ( مايو - يونيو - يوليو - أغسطس ) ، فهى فترة شديدة الحرارة ومعدل سطوح الشمس ذو تأثير قوى ويزداد المعدل إلى ١١ - ١٣ ساعة / اليوم .

هـ- الرياح * ( جدول ٨ )

الرياح تعتبر ذات حدين ، فهى مفيدة أحياناً حيث تعمل على إقلال نسبة الرطوبة بالجو مع تلطيفه (جدول ٨) ، وتساعد على عدم ارتفاع نسبة البخر للماء والاستفادة منها أيضا كمصدر للطاقة - ومن الوجهة الأخرى ، فلها مردود سلبى من إرباك حركات النقل البحرى والبرى والجوى ، بجانب العواصف الرملية والترابية المصاحبة خاصة بالمناطق الصحراويه .

وسرعة الرياح تكون معتدلة فى الأشهر ( يناير ، فبراير ، اكتوبر ، نوفبر ، ديسمبر ) ، وتزداد فى أشهر ( مارس - ابريل - مايو - يونيو - يوليو - أغسطس - سبتمبر ) .

من العناصر السابقة للمناخ ، يمكن استخلاص : تأثيره على الحركة السياحية وتحديد الفترات المحببة لكل نوعية سائح سواء أجانب أو عرب أو مواطنى الدولة وأهل المنطقه .

## ٢- أشكال السطح (شكل ٢)

بدراسة طبيعة دولة قطر ، نجد أنها تتسم بسطح صخرى منبسط بوجه عام ، تغطيه السهول والكثبان الرمليه ، باستثناء بعض الهضاب قليلة الارتفاع فى شمال وغرب البلاد وأكثرها ارتفاعا فى منطقة دخان ، بينما تغطى الرمال والسهول الملحية المناطق الجنوبيه .

يحتوى شكل السطح على العديد من الظواهر الجغرافية التى يكثر وجودها فى السواحل القريبة للخليج العربى ، ومنها الأخوار والخلجان التى توجد بكثرة على سواحلها المختلفه . كذلك ظاهرة الأحواض والمنخفضات وهى مناطق تجمع مياه

* المصدر الجهاز المركزى للإحصاء ، جدول ٢ ، ص٦ - الدوحه ، ١٩٩٣

الأمطار التى يغلب وجودها فى الشمال والوسط ويطلق عليها اسم " الروضات "

جدول رقم ٨ - سرعة الرياح - مطار الدوحة الدولى ١٩٩٠ - ١٩٩٢

| سرعة الرياح : عقدة | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ١٩٩٠ | | ١٩٩١ | | ١٩٩٢ | |
| متوسط | قصوى | متوسط | قصوى | متوسط | قصوى |
| ٨,٢ | ٢٩ | ٧,٤ | ٢٥ | ٨,٢ | ٢٩ |
| ٩,٢ | ٣١ | ٨,٨ | ٣٠ | ٨,٦ | ٣٠ |
| ٨,٩ | ٣١ | ٨,٠ | ٢٧ | ٨,٨ | ٢٩ |
| ٩,٧ | ٣٤ | ٩,٠ | ٣١ | ٧,٦ | ٣٥ |
| ٩,٠ | ٣٤ | ١٠,٣ | ٣٣ | ٩,٠ | ٣٦ |
| ١٠,١ | ٣٨ | ٩,٣ | ٣٥ | ٩,٦ | ٣٨ |
| ٨,٢ | ٣٥ | ٨,٠ | ٣٢ | ٩,٢ | ٤٠ |
| ٧,٤ | ٢٨ | ٧,٢ | ٢٧ | ٧,٤ | ٢٩ |
| ٦,٤ | ٣٠ | ٦,٩ | ٣٤ | ٦,٣ | ٢٢ |
| ٦,٨ | ٢٨ | ٧,٢ | ٢٤ | ٦,٠ | ٢٣ |
| ٦,٥ | ٣٥ | ٥,٥ | ٢٥ | ٦,٧ | ٢٧ |
| ٦,٣ | ٢٤ | ٨,٤ | ٢٦ | ٨,١ | ٢٤ |
| ٨,١ | ٣٨ | ٨,٠ | ٣٥ | ٨,٠ | ٤٠ |

## ٣- السواحل وتصنيفها ( شكل ٤ )

السواحل بدولة قطر كما سبق الذكر متعددة ومتنوعه ، حيث أنها تمثل حوالى ٩٠٪ من الحدود الدولية الساحلية و١٠٪ حدود برية - هذه السواحل متعرجة مكونة أخوار ودرجات ويمكن تصنيفها حسب نوعها كالآتى * :

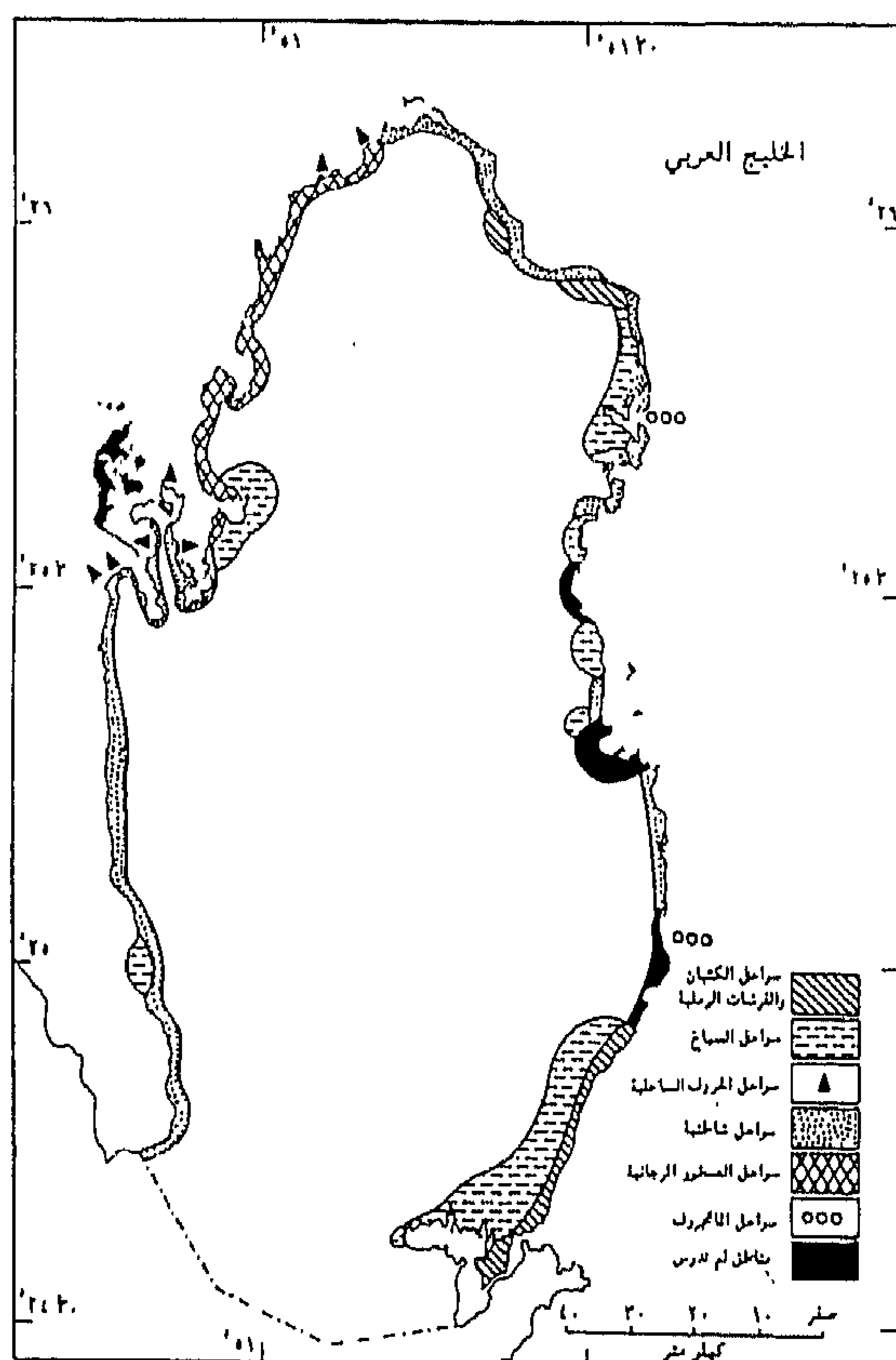
- سواحل الكثبات والغطاءات الرملية - سواحل الجروف الساحليه .
- سواحل الشعب المرجانية (الفشوت)
- سواحل الشواطئ الرمليه .
- سواحل المانجروف (نبات القرم) - تداخلات ساحليه .

علاوة على سواحل السباخ غير الصالحة للاستعمال ، لذلك أغلب السواحل يمكن استغلالها لأغراض سياحية متعدده . ( شكل ٤ )

## ٤- التجمعات العمرانية ( شكل ٥ )

ينتشر العمران فى شبه جزيرة قطر على شكل عدد من التجمعات العمرانية متفاوتة الحجم والوظيفة سواء كانت مدن أو قرى وعزب ، وتختلف فيما بينها من حيث الموقع والشكل .

كانت السواحل وما زالت بمثابة عامل جذب رئيسى لأغلب التجمعات العمرانيه ، ليس فقط من أجل مصدر الرزق (الصيد) ولكن نظراً لشدة الحرارة بالمناطق الداخلية عنها بالمناطق الساحليه .

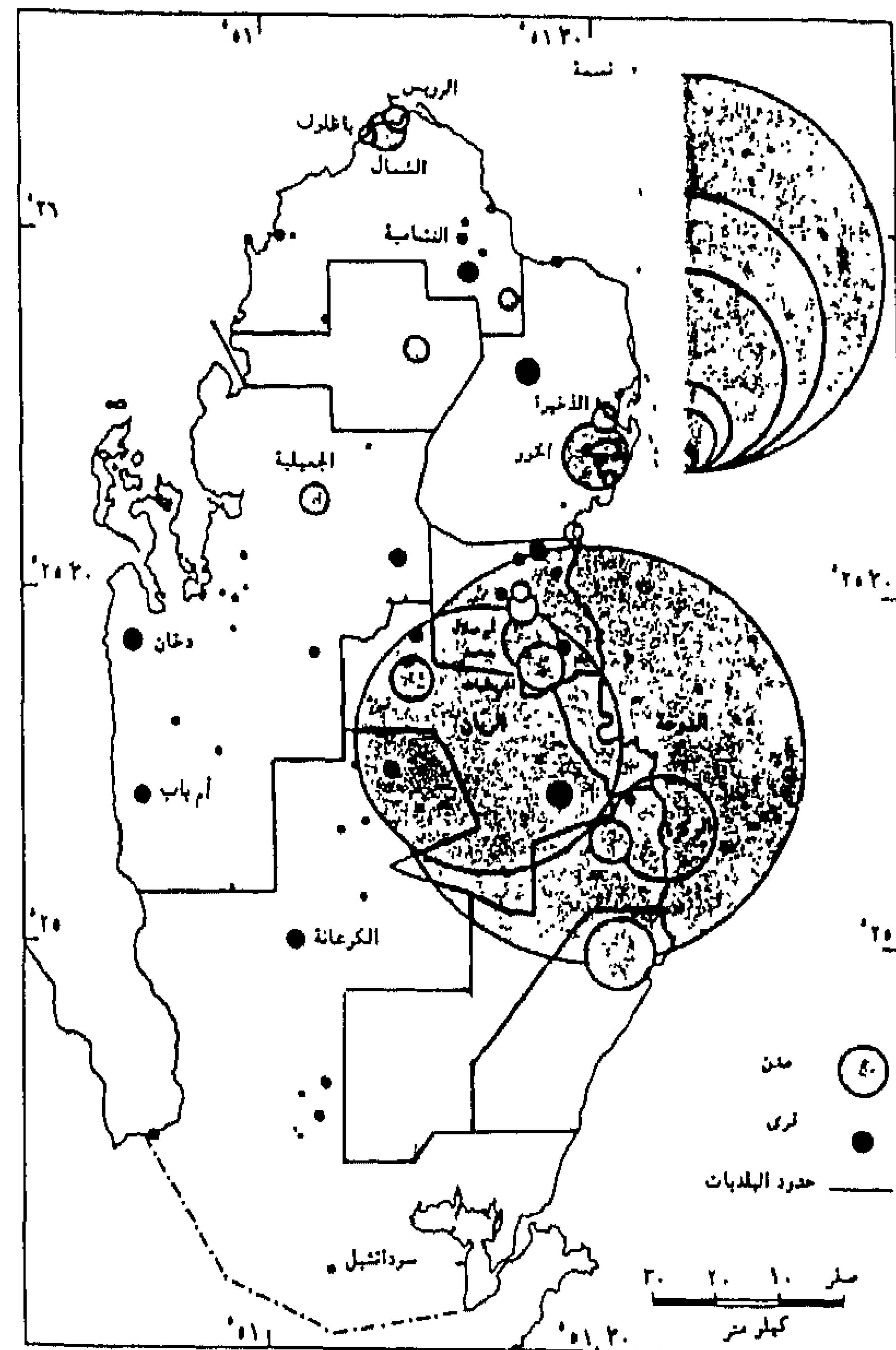



شكل رقم ٤ - تصنيف سواحل قطر

وتتركز أغلب التجمعات العمرانية الحضرية كمراكز حضرية كبرى على الساحل الشرقى بما فيها العاصمه ، كما تنتشر التجمعات الزراعية والريفية والبدوية ( كروضات وعزب ) فى البر ، أى وسط شبه الجزيرة وتكثر فى الشمال .

أما بالنسبة للخدمات المركزية من ادارية - دينية - تجارية - صحية - تعليميه ... خدمات عامه ، فهى متوفرة لكنها مركزة بصورة واضحة فى العاصمة " الدوحة "، خاصة الخدمات الإدارية الممثلة فى الوزارات والمؤسسات الحكومية والخاصه ، كذا الخدمات الصحية كالمستشفيات وخلافه .

* المصدر : دراسة استعمالات الأرض للحواف الشاطئيه ، بحث مقبول للنشر ، د. على الشيب، أ. د. اسماعيل عامر ، حولية كلية الإنسانيات ، جامعة قطر ، الدوحة ١٩٩٥ .

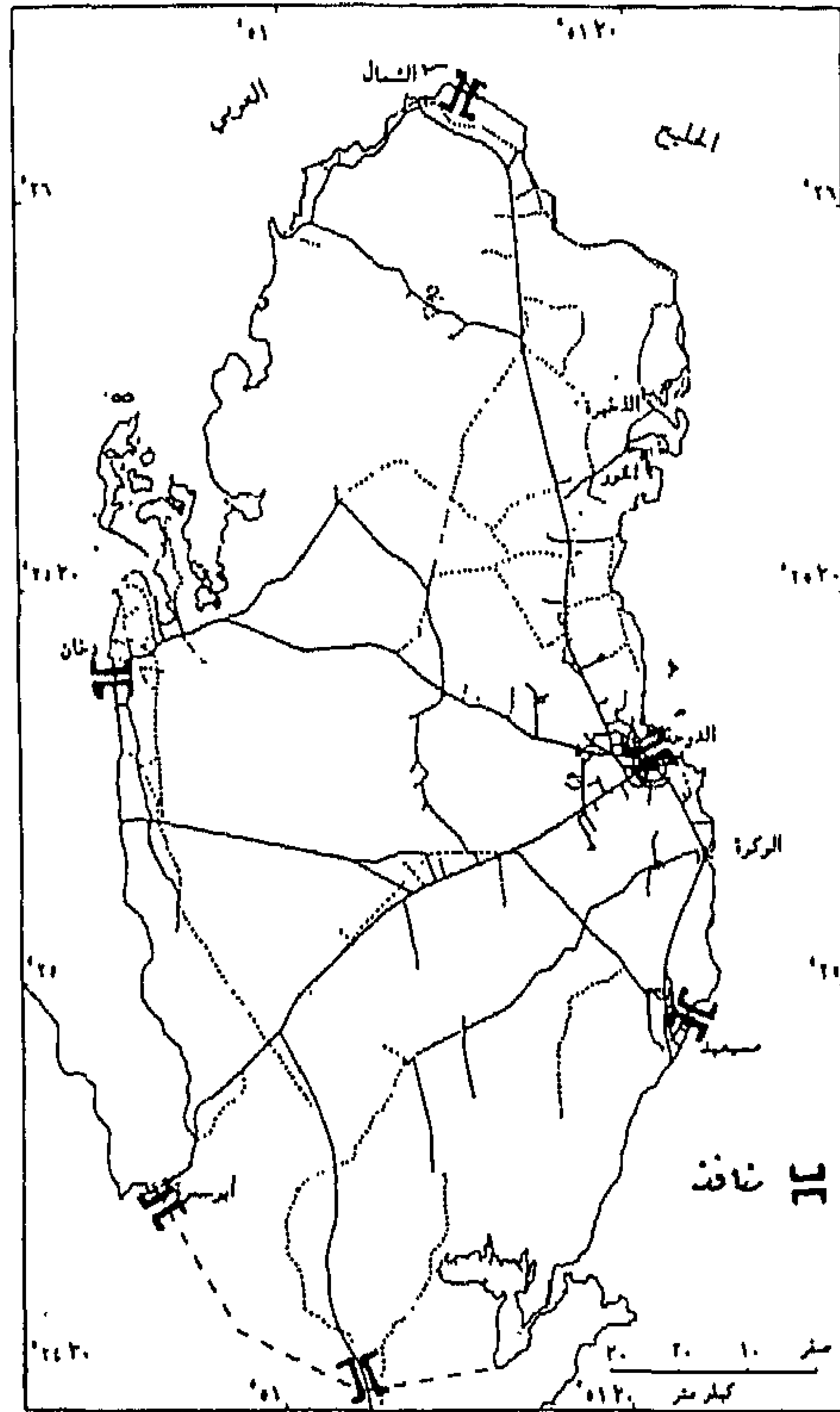



شكل رقم ٥ – اعداد السكان فى مدن وقرى قطر

## ٥- النقل والطرق والمنافذ الرئيسية ( شكل ٦ )

يتوفر عنصر النقل بكافة أنواعه على مستوى الدولة من نقل جوى وبحرى وبرى لكافة الأغراض ، سواء نقل أشخاص - بضائع - أخبار ... كذا تمثل الطرق عنصر الربط بين الأنشطة المختلفة للسكان وأماكن عملهم وتجمعاتهم ، وهناك شبكة على المستوى القومى والإقليمى تربط كافة المدن والقرى وهى تشع من العاصمة الدوحة تجاه الشمال والغرب والجنوب ، كذا لها ارتباط بالمنافذ البرية للدولة جنوبا ( منفذ أبو سمرة ومنفذ سودانثيل ) .

تتدرج هذه الطرق حسب أهميتها وكثافة المرور عليها ، وهى تبعد عن نطاق المناطق الساحلية بمسافات متفاوته . هناك نقص فى شبكة الطرق بالجزء الجنوبى ذى الكثبان الرملية نظراً لصعوبة ربطه برياً ، على الرغم من وجود منطقة خور العديد ، والذى يمثل أحد عناصر الجذب السياحى نظراً لجمال طبيعة المنطقة ونقاء جوها بيئياً .




شكل رقم ٦ – دولة قطر ( الطرق )

## المشاكل والمعوقات التى تواجه قطاع السياحة

هناك بعض المشاكل والمعوقات سواء إدارية أو اجتماعية أو اقتصاديه ، ومنها ما هو على مستوى منطقة الخليج العربى وأخرى على المستوى القومى والمحلى .

### مشاكل على مستوى منطقة الخليج العربى

هناك خطط ونمو ملحوظ بالنسبة لتطور قطاع السياحة خاصة فى دول مجلس التعاون الخليجى ، مما يثير مشكلة التنافس بين تلك الدول وشبه الجزيرة القطرية داخل هذا الإطار

### مشاكل على المستوى القومى والمحلى

إن ظهور ووجود مشاكل تعوق مسيرة التنمية السياحية هو أمر متوقع ، لكن ترك هذه المشاكل حتى تتفاقم هو الذى يعتبر

الإعاقة لحركة السياحة على مستوى الدوله ، ومن أهم تلك المشاكل والمعوقات :

أ - مشاكل ادارية وتنظيمية

. عدم وجود الجهة المسئولة المتخصصة عن قطاع السياحة لجميع فروعه وخدماته ومتابعته .

. لا يوجد من يقوم بدراسة وتجميع كافة المعلومات والبيانات المتعلقة بالسياحة وتتبع حركة السواح ورغباتهم ومدد إقامتهم ....

. نقص الخبرة فى التسويق السياحى على المستوى الدولى .

. المسببات المؤدية لسفر أعداد كبيرة من المواطنين خارج البلاد فى العطلات والأجازات الموسميه .

ب- مشاكل اجتماعيه

. نقص فى الكفاءات العاملة فى القطاع السياحى بكافة خدماته .

جـ- مشاكل اقتصاديه

. تركيز الاستثمار على الفنادق والمشاريع الكبرى ، خاصة بالعاصمه .

وكلها معوقات قابلة للإزالة بطريقة علمية سليمة تفادياً لظهور أى مشاكل تعوق مسيرة الحركه .

الجزء الثالث

## تحليل للمقومات الطبيعية والعمرانية ومدى تأثيرها على السياحه

هذا الجزء عبارة عن تحليل لكافة المقومات الطبيعية والعمرانية* ، ودراسة لمدى تأثير كل منها على السياحه ، وتجميع كافة الاستنتاجات للخروج بنتيجة موحدة تصلح لأن تكون مؤشراً لسياسة التخطيط السياحى من الوجهة الطبيعيه .

### ١- المناخ وتأثيره على السياحة (شكل ٧)

من جداول العناصر المناخية يمكن تصنيف أشهر السنة إلى ثلاث فترات :

١-١ الفترة الأولى : وهى تنحصر فى أشهر ( مايو - يونيو - يوليو - أغسطس ) فصل الصيف ، وهى أشهر ترتفع فيها درجات الحرارة للحد الأقصى تصل أحياناً أكثر من ٤٨° مع نسبة رطوبه ، وتنعدم الأمطار كما يزداد معدل سطوع الشمس ويشتد لدرجة كبيره ، مع احتمالات هبوب الرياح غير المستحبة والمحملة بالأتربة فى هذه الفتره ، مما يعطيها قسوة مناخية لا يتحملها غير المعتاد عليها إلا أهل المنطقه .

لذا يجب أن تكون السياحة فى هذه الفترة للسواح سواء لمواطنى الدول المجاورة ذات نفس الظروف المناخية أو لمواطنى قطر كسياحة داخليه .

١-٢ الفترة الثانية : وهى تنحصر فى أشهر ( مارس - ابريل ... سبتمبر - اكتوبر ) وهى فترات الربيع والخريف ، وهى تعتبر فترة متوسطة لدرجات الحرارة والرطوبة تقل فيها الأمطار تقريباً ويكون سطوع الشمس والرياح معتدله .

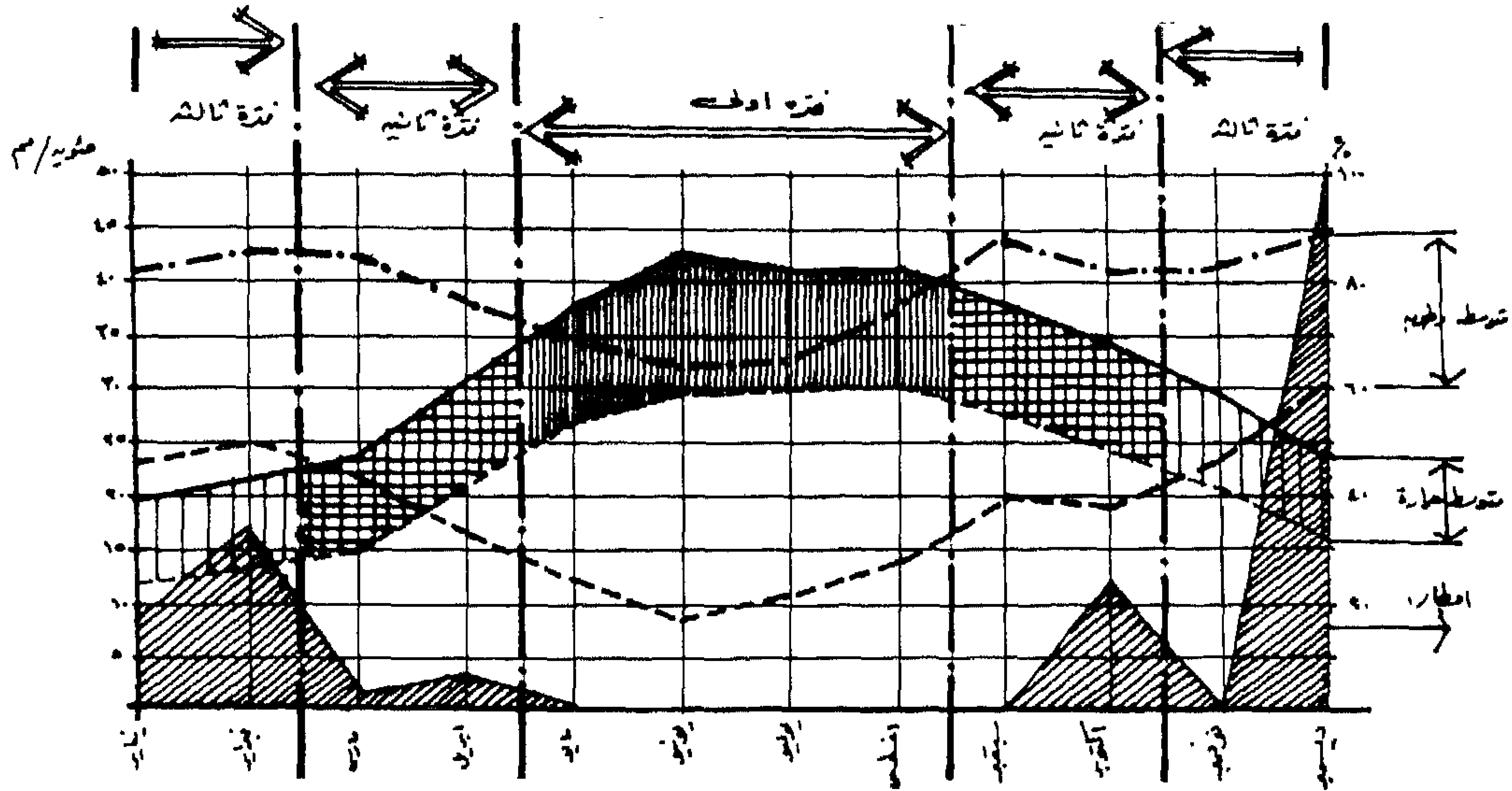
هذه الفترة تصلح لتوجيه الحركة السياحية ذات الأغراض التاليه :

سياحة المؤتمرات - السياحة الرياضية - السياحة العلاجية... وبهذا يمكن استغلال هذه الفترة والتى ليس بها أى أجازات أو ارتباطات بامتحانات المراحل التعليميه ، حيث يمكن من خلالها إقامة المؤتمرات والمعارض والمباريات والسباقات والحفلات وخلافه ، وهى غالبا ما تكون سياحة لدول شرق آسيا والدول العربية وبعض الدول الأجنبية نظراً لملاءمة المناخ بعناصره المختلفة لهم .

١-٣ الفترة الثالثة : وهى تنحصر فى أشهر (يناير ، فبراير ... نوفمبر ، ديسمبر) فصل الشتاء ، وهذه الفترة تقل فيها درجة الحرارة ولكنها بالنسبة للأجانب (من دول أوربا وأمريكا) مناسبة لهم ، وهذه الأشهر بها فترات ممطرة وسطوع شمس متوسط مع الرياح وأغلبها مستحبة (اللهم إلا بعض الأوقات تشتد فيها سرعة الرياح محملة بالاتربة لكنها لا تتعدى ساعات فى اليوم) .

وهذه الفترة من الوجهة المناخية صالحة ويمكن توجيه السياحة الخارجية فيها للبلاد ، مع تشجيع السياحة الداخلية أيضا ، خاصة فى أجازة نصف العام الدراسى ، وبذلك يكون قد تم الاستفادة من كافة فترات السنة لكافة الأغراض السياحية والجنسيات المختلفة وفتح مجالات السياحة الداخلية طوال العام .

* Douglas Pearce, Tourism Today, New York, 1991.



شكل رقم ٧ - متوسط درجات الحرارة المئوية الشهرية والرطوبة النسبية والأمطار

## ٢- شكل السطح وتأثيره على السياحة (شكل ٢)

ينقسم شكل السطح لشبه جزيرة قطر إلى ثلاث مناطق :

٢-١ مناطق منبسطة وسواحل : وهى تعطى سهولة لإقامة المشاريع السياحية وربطها بالعمران الحالى سواء على الساحل أو فى البر .

٢-٢ مناطق ذات هضاب على الساحل الغربى : وهى يمكن استغلالها سياحيا حيث أنها قريبة جداً من الساحل بحوالى من ٢- ٣ كم ، وتعطى منظراً جماليا خاصا حيث أن أغلب الطبيعة فى قطر مسطحه . هذا علاوة على أنها تستقبل الرياح المستحبة الشماليه ، أى ذات جو لطيف نسبياً ، ويمكن استغلالها للسياحة الترفيهية لقربها من السواحل والسياحة العلاجية لارتفاعها ونقاء ولطف جوها .

٢-٣ مناطق الكثبان الرمليه : وهى مناطق ومسطحات شاسعة وبها إمكانيات سياحية من النواحى التاليه :

٢-٣-١ سياحة رياضيه : حيث يمكن إقامة المسابقات (سباق السيارات) والرياضات المستحدثة كرياضة التزحلق على الرمال .

٢-٣-٢ سياحة علاجيه : ويمكن استخدام الرمال فى الاستشفاء من بعض الأمراض المزمنه ، وذلك بالدفن فى الرمال عن طريق مصحات متخصصه .

٢-٣-٣ سياحة ترفيهيه : وذلك لأن الرمال والكثبان الرملية تمثل ظهيرا جماليا للسواحل من زرقة البحر وخلفها رمال ناعمة (مناظر خلابة) .

## ٣- السواحل وتأثيرها على السياحه

تنوع سواحل شبه جزيرة قطر أعطى الغالبية العظمى منها صلاحية الاستعمال سواء للسياحة أو اقامة التكتلات الحضرية وبعض الأحيان للصناعة المرتبطة بالسواحل - من خلال ذلك يمكن استنباط الاستعمالات الساحلية على المستوى القومى .

٣-١ السواحل الرمليه : يمكن أن تستخدم للأغراض السياحية من : اقامة قرى ومنتجعات كسياحة ترفيهية علاوة على إمكانية استخدامها للسياحة الرياضية كسباقات للمراكب الشراعية والسباحه .

٣-٢ سواحل المانجروف (نباتات القرم) : هذه السواحل غير أنها صالحة لإقامة منتجعات ترفيهية وسط المياه

والخضرة، لكن من الممكن استخدام هذه النباتات فى إعداد تجمعات سياحية من الوجهة الثقافية والعلميه ، وذلك لدراسة البيئة النباتية والحيوانية والبحرية المتواجدة بجانب هذه النباتات ذات الصفات الخاصه .

٣-٣ سواحل بها آثار تاريخيه : مثل الساحل الشمالى الغربى حيث كان العمران متوطنا فى تلك المناطق ونتيجة للتجمعات والحروب البحرية تحول وتحرك تجاه السواحل الشرقية تاركاً آثار قلاع وحصون وأبراج فى تلك المناطق تحكى تاريخ هذه الفتره، والتى يمكن أن تكون محط أنظار المهتمين بسياحة الآثار التاريخية كمزار سياحى .

٣-٤ سواحل مستخدمة للأغراض الصناعية والموانى : وهى أيضا من الممكن استخدامها فى السياحة العلمية للوقوف على مدى التطور بالبلاد ، وخاصة مثل المشروع الضخم لاستخراج وتسييل الغاز الطبيعى بمنطقة رأس لفان ، وهو مشروع جديد لأضخم مخزون للغاز الطبيعى فى العالم . وتشهد هذه المنطقة تطورا ونمواً صناعياً وعمرانياً تستخدم فيه أحدث التقنيات ووسائل التصنيع ، ويمكن من الوجهة السياحية استغلال هذه المناطق كمزار سياحى للسياحة العلمية وسياحة المؤتمرات وكمناطق تطور صناعى عالمى .

## ٤- التجمعات العمرانية وتأثيرها على السياحه

تتدرج التجمعات العمرانية وتنقسم إلى :

أ - مدن

ب- قرى وعزب وروضات .

المدن تشمل الجانب الحضرى ، وهى تبدأ بالعاصمة (الدوحة) ذات المركزية لكافة الخدمات وخاصة الفنادق والمراكز التجارية الكبرى فى الدوحه ، بها حوالى ١٠ فنادق منهم ٤ فنادق خمس نجوم ، كذا مطار الدوحة الدولى كمنفذ جوى وميناء الدوحة كمنفذ بحرى وبعض النوادى الرياضية والاجتماعيه ، علاوة على المزارات الأخرى من متاحف ومناطق خضراء وحدائق وملاهى ، والعنصر الرئيسى الذى يميز العاصمة هو الكورنيش والذى تنفرد به العاصمة بين دول المنطقه ... أما باقى التجمعات الحضرية الأخرى فمنها ما به مزارات سياحية مثل المتاحف وبعض الآثار التاريخية والسواحل الصالحة للاستعمال السياحى والترفيهى .

وهناك نقطة هامة حيث أن المناطق الحضرية لمنطقة الخليج العربى والذى يختلف فى عاداته وتقاليده وعمارته كذا شعائره وطرق معيشته ، لذلك من الممكن أن تمثل هذه الأنشطة مغريات سياحية متصلة بالنشاط البشرى المعاصر ويمكن تقسيمها إلى : أنشطة قديمة وأنشطة عصرية (راجع أنماط المغريات وعوامل الجذب السياحى بالجزء الأول) .

ومن أمثلتها فولكلور - صناعات يدوية - ملابس - طعام (ذات مضمون شكلى) .

كذا مصانع - جامعات - معارض فنية - مراكز انتاج (ذات مضمون موضوعى) .

ومن خلال المناطق المختلفة يمكن إعطاء كل تجمع الطابع الخاص به ، وينفرد بذلك كى يصبح مزارا خاصا من الوجهة السياحيه .

أما بالنسبة للمناطق الداخلية لشبه جزيرة قطر (البر) فالتجمعات أغلبها ذات صبغة تختلف عن التجمعات الساحليه ، فهناك تجمعات زراعيه ، والبعض الآخر يختلف من الناحية المعيشية والنمط السكنى والعادات والتقاليد ، فهى تميل للصبغة البدوية أكثر ، ومن هذه النقطة يمكن العمل على اختيار بعض المواقع التى تصلح لإقامة منتجعات وقرى سياحية من الناحية الثقافية والعلميه ، وذلك لدراسة النواحى الاجتماعية والعمرانية من عادات وتقاليد ونمط معيشى وطابع معمارى ، كذا دراسة للبيئة البرية بثرواتها النباتية والحيوانية وخلافه ، فهى من الممكن أن تكون بؤر كمراكز سياحية ذات صبغة خاصة - هذا علاوة على إحياء قرى الصيادين وطرق الصيد للأسماك واستخراج اللؤلؤ والتى كانت تعتبر مصدر الرزق الرئيسى بالمنطقه .

## ٥- النقل والطرق وتأثيره على السياحه

النقل هو أحد العناصر المهمة للنشاط السياحى ، حيث أن أهميته تظهر فى استيراد وتحريك السواح للمراكز السياحية بالدولة كسياحة خارجية وداخليه . فربط منافذ الدولة سواء جوياً أو بحريا أو برياً بالمناطق الساحلية والعمرانية يعطى

سهولة وسرعة حركة للسائح والتنقل يتمثل فى :

- وسائل نقل برية اتوبيسات / ميكروباس / سيارات خاصة
- وسائل نقل بحرى مراكب / لانشات / سفن وعبارات .
- وسائل نقل جوى طائرات (وهناك شركتان : الطيران القطرى وشركة طيران الخليج) .

أما الطرق فهى شبكة تتدرج طبقاً لأهميتها لربط كافة التجمعات والمراكز والمناطق السياحية ببعضها ، ونظراً لصغر مساحة دولة قطر فمن الممكن إنشاء مهابط للطائرات المروحية كى تعطى سرعة وسهولة حركة أكثر داخلياً وتستخدم كأتوبيس جوى للمناطق البعيدة والجزر التى تصلح كمزار سياحى .

هذا علاوة على أن أغلب الخدمات متمركزة بالدوحة العاصمة مثل الفنادق وخلافه ، ولكن موقعها المتوسط بالنسبة لشبه جزيرة قطر والتى يمكن الوصول من العاصمة للحدود الشمالية أو الجنوبية فى ساعات معدودة بالنقل البرى وأقل من ذلك بالنقل الجوى ، حيث لا تتعدى المسافة من (٨٠- ٩٠كم) ، وهذا لا يعنى عدم إقامة فنادق صغيرة أو موتيلات سياحية بالمناطق الأخرى .

## كيفية التغلب على المشاكل والمعوقات التى تواجه القطاع السياحى فى دولة قطر

المشاكل والمعوقات التى تواجه قطاع السياحة بالدراسة والتحليل يمكن العمل على التغلب عليها حتى لا تعوق مسيرة تطور وتنمية هذا القطاع :

أ - مشاكل على مستوى منطقة دول مجلس التعاون الخليجى

لتحقيق مكاسب ونجاح للخطط السياحية المحلية يجب إعداد دراسة مستفيضة لما يقدم للسائح فى الدول المجاورة ومحاولة

عدم تكرار هذه التجارب والتميز بأنشطة ومراكز وقرى سياحية تختلف فى تقديمها للخدمة السياحية عن الدول الأخرى أى التميز السياحى الخاص بقطر .

ب - مشاكل على المستوى المحلى

يجب العمل على دراسة المشاكل لتحديدها ومعرفة أسبابها التى أدت لظهورها ووصولها لهذا الحد ، والعمل على وضع الحلول لإذابة كافة المعوقات والمشاكل ، كى تتمكن خطط التنمية من تحقيق الهدف الموضوع لها فى المدة المحدده ، حتى لا تكون المشاكل والمعوقات عامل استنزاف أحد مصادر الدخل القومى من السياحه. ومن أهم تلك المشاكل والمعوقات:

١ - المشاكل الإدارية والتنظيميه

١-١ تخصيص جهة مسئولة عن القطاع السياحى ممثل فيها كافة الوزارات والهيئات المرتبط عملها بهذا القطاع ، حتى يمكن رسم الخطط طبقا لسياسة ثابتة نابعه من سياسة وخطط الدوله .

١-٢ تكليف جهة أو أكثر مسؤله عن دراسةوتجميع وتحليل كافة المعلومات والبيانات المتعلقة بالسياحة من حركات - رغبات - مدد إقامه ، مع توزيعها على مواسم وفترات السنه . كذا التعرف على الأسباب المؤدية لسفر أعداد كبيرة من المواطنين خارج البلاد سواء فى أجازة نصف العام الدراسى أو الأجازة الصيفيه ، وما هى المغريات السياحية التى أدت لزيادة معدلات السفر ، محاولة لتحويل تلك الحركات السياحية داخليا كسياحة داخليه ، مع الاستفادة من الإنفاق خارج البلاد على مشاريع التنمية السياحية محليا ، حيث بلغ إجمالى تحويلات المواطنين خارج البلاد ١٩٩٠ نتيجة الطلب على الخدمات ما يقرب من بليون ريال قطرى فى العام *.

١-٣ تكليف جهات سواء شركات أو مؤسسات متخصصة فى التسويق السياحى والتى من الممكن أن تعمل خلال السفارات والقنصليات كمكاتب إعلام فى كافة الدول لجذب السواح ونشر الوعى السياحى بتلك الدول عن المغريات السياحية بقطر ، وبذلك يمكن الاستناد على هذا التسويق فى دراسات الجدوى الاقتصادية للمشاريع ، والتى من الممكن إسناد إدارة هذه المشاريع لشركات أجنبية متخصصة لمدد محدودة والتى تعمل على جذب السواح وتسويق المشروع نظير نسبة من الأرباح يتفق عليها .

* دراسة قطاع السياحة فى دولة قطر ( بحث ) ، المجلس الأعلى للتخطيط ، الدوحه ، ١٩٩٠ .

٢ – مشاكل إجتماعيه

هناك نقص شديد فى الكفاءات التى تعمل فى هذا القطاع السياحى ، ويتم الاعتماد على الكفاءات الأجنبيه ، حيث لاتوجد معاهد فنية أو مهنية متخصصة لتخريج تلك الكفاءات بالأعداد المطلوبة متمشية وخطط التنمية السياحيه ، وبذلك يمكن سد هذا النقص وفتح مجال لفرص العمل بهذا القطاع .

٣ – مشاكل اقتصاديه

تبتلع العاصمة نصيب الأسد من الاستثمارات عامه ، وفى قطاع السياحة خاصه . ومن الممكن من خلال خطط السياحة توزيع هذه الاستثمارات إما عن طريق شركات خاصة أو عن طريق البنوك المعتمده بالدوله . وكما سبق الذكر إذا ما حددت ودرست تلك المشاكل أمكن التغلب عليها وحلها لدفع عجلة التقدم فى المجال السياحى ، كذا تنويع مصادر الدخل القومى للبلاد .

الجزء الرابع

## الخلاصة والتوصيات

### الخلاصه

بعد عرض للسياحة من تعريفها وأهدافها وأنماطها وأشكالها عامه ، مدى أهمية هذا القطاع الحيوى بالنسبة لدولة قطر ، كذا من الناحية الاقتصادية كتنويع لمصادر الدخل وما لهذا القطاع من أهمية أخرى ، وهى إبراز وتثبيت دولة قطر أكثر على الخريطة السياحيه بالنسبة لدول العالم شرقا وغربا .

وهذا لا يتأتى إلا بحصر كافة المعلومات والمقومات والإمكانات الحاليه بدولة قطر والتى تخدم قطاع السياحه ، مع تحديد للمشاكل والمعوقات الحالية للخطط السياحيه .

ثم بعد ذلك تأتى مرحلة التحليل لكافة المعلومات وربطها ببعض من الوجهة السياحية بهدف الوصول لنتائج أو مؤشرات يمكن من خلالها وضع الخطط المستقبلية للسياحة فى قطر وعلاقتها بدول منطقة الخليج العربى وباقى دول العالم .

### كيفية إعداد برنامج سياحى

لإعداد برامج سياحية كما وضحت الدراسة والتحاليل ، يجب التعرف على المقومات الطبيعية من مناخ – شكل سطح – السواحل وتصنيفها – والمقومات العمرانية كالتجمعات ومواقعها ، النقل والطرق وكيفية توظيف تلك المقومات وعلاقتها بالسياحة ونوعياتها المختلفه ، وفتراتها الزمنية المطلوبة طبقا لنوعية ورغبات السواح القادمين من دول أخرى أو السياحة الداخلية سواء .

وأهم ما يتطلبه البرنامج السياحى هو أن يرى السائح أكبر قدر من المغريات السياحية فى دورة منظمة متتالية الخطوات من مكان لآخر ، مع دراسة مستفيضة لحركته داخل الدوله ، حتى لا تكون حركة عشوائية من الشمال للجنوب ثم الشمال مرة أخرى . وعلاقه ذلك كله بمنافذ الدولة (المنافذ الرئيسية ).

وعليه ، يمكن رسم خريطة للمعالم والمزارات السياحية وأهم المناطق ، مع بيان نوعية كل منها حتى يمكن للمؤسسات والشركات المتخصصه ، سواء شركات سياحية أو طيران وخدمات فندقية وخلافه ، رسم خطوط الحركة مع تقديم كافة التسهيلات طبقا للاتجاهات المطلوبه ، ليس هذا فقط بل يجب العمل على تنويع الرحلات من حيث مدد الإقامة :

رحلات سريعه : يمكن من خلالها المرور على أهم المعالم التى تعطى وتبرز الجانب السياحى بالدوله .

رحلات عاديه: وهى رحلات تتم فيها الزيارات المتتاليه للأماكن المطلوب زيارتها مع الإقامة فى بعض منها مدد محدودة.

رحلات طويله : وهى الرحلات التى تتطلب فيها دراسات وتعمق ، وهذا يكون من خلال إقامة لمدة طويلة فىأحد المراكز السياحية (سياحة ثقافية وعملية ).

لذلك يتطلب العمل السياحى الآتى :

١ – تحديد خطط للمشاريع السياحية المستقبلية على المدى القصير والبعيد .

٢– رسم خريطة للمعالم والمزارات السياحية طبقا لنوعياتها المتعدده .

٣– رسم خطط لحركة السواح مع تحديد :

٣–١ المنفذ القادم منه السائح .

٣-٢ نوعية السائح واهتماماته .

٣-٣ مدة الإقامة المطلوبة (زمن الرحلة).

٣-٤ وسيلة النقل .

٣-٥ المستوى الاقتصادى ومستوى الإنفاق المطلوب لتحديد نوعية الخدمات الواجب تقديمها .

## التوصيات

تتركز التوصيات على القطاع السياحى من عدة أوجه :

### ١- من الوجهة الدوليه

وهدفها العمل على إبراز دور دولة قطر على الخريطة السياحية الدوليه ، ويتأتى من :

١-١ توجية الوعى السياحى والإعلامى للدول عن طريق مؤسسات وشركات تعمل من خلال السفارات والقنصليات المعتمدة بالبلاد الأخرى ( تسويق سياحى ) .

١-٢ سهولة حركة التنقل ورسم سياسة للترغيب فى كيفية جذب السواح لزيارة قطر .

١-٣ تقدم التسهيلات العديدة والتخفيضات بالنسبة لمطار وميناء الدوحة الدولى ، للمنافسة بين مطارات موانى المنطقة لجذب الحركة الجوية والبحريه ، كذا عمليات الشحن وأكبر قدر من النقل سواء للأشخاص أو البضائع ، والعمل على تطويرها إلى أن تصبح محطات أساسية لكافة الحركات الجوية والبحرية بالمنطقه .

### ٢- من الوجهة الخاصة بمنطقة الخليج العربى

٢-١ العمل على التكامل بين دول المنطقة فى القطاع السياحى، مع التركيز على عنصر المنافسة فى نفس الوقت وإبراز كل ما هو جديد ومميز للدولة وغير متواجد بخطط الدول المجاورة.

٢-٢ محاولة تطوير وسائل الربط عن طريق النقل سواء كان بريا - بحريا - جويا بين دول مجلس التعاون الخليجى لسهولة ورخص الربط (مثل العبارات ).

٢-٣ العمل على تجديد وتطوير منافذ الدولة الرئيسيه ، خاصة البرية تمشيا مع خطط السياحة المستقبليه ، لاختصار الاجراءات والوقت وسهولة الحركه ، خاصة أيام العطلات والأجازات الرسميه .

### ٣- من الوجهة القوميه

٣-١ العمل على إنشاء أو تحديد جهة مسئولة عن القطاع السياحى ممثل بها كافة الوزارات والمؤسسات والجهات المعنية بهذا القطاع ، مع إعطائها الصلاحية فى سرعة البت فى الأمور ، وأن تكون قراراتها متمشية ونابعة من سياسة الدولة وخططها المستقبليه .

٣-٢ انشاء جهة أو أكثر مجهزة بأحدث الوسائل التكنولوجية بحيث تكون مسئولة عن دراسة ومسح كافة البيانات والمعلومات وتحليلها ، خاصة المتعلقة بالقطاع السياحى والسواح من : جنسيات - رغبات - أعمار - مدد إقامة - مستوى إنفاق ... .

٣-٣ العمل على رسم ووضع سياسة للترغيب بالنسبة للاستثمار السياحى على مستوى الدولة عن طريق البنوك والشركات ، طبقا للخطط المقترحة وعدم التركيز على الاستثمارات بالعاصمة فقط (ككتيبات وملصقات وإعلانات سياحيه .... ).

٣-٤ إنشاء معاهد فنية ومهنية متخصصة للعمل على إمداد قطاع السياحة بالكفاءات المطلوبة وعدم الاعتماد على الكفاءات الوافده .

٣-٥ محاولة إبراز دور التسويق السياحى بالنسبة للسياحة الداخلية - وذلك لتحويل حركة المواطنين لخارج البلاد إلى داخلها ، مع الاستفادة من التحويلات التى تتم لإنشاء وتطوير وتنمية المشاريع السياحيه.

### ٤ - من الوجهة الإقليمية والمحليه

٤-١ محاولة الاستفادة من مواقع المناطق والبلديات المختلفة بشبة جزيرة قطر من النواحى الطبيعية والجغرافيه .

٤-٢ تصنيف أشهر السنة إلى فترات ومواسم طبقا للعوامل المناخية السائدة لتحديد واستقبال نوعية السواح التى تتلائم وتتناسب والظروف المناخيه ، والتعرف على نوعية

وغرض الزياره .

٤-٣ الاستفادة من طبوغرافية المكان واستغلال أشكال السطح المميزة لكل موقع فى الأغراض السياحية المناسبه .

٤-٤ إظهار وإبراز المعالم والمزارات السياحية الرئيسية للتجمعات الحضريه ، مع تطوير خدماتها المقدمة للسائح .

بالنسبة للمدن (العمران )

٤-٤-١ إبراز الطابع المعمارى المميز للدولة والنابع من البيئة والعادات والتقاليد وطرق المعيشه ، كذا محاولة إحياء التراث الشعبى لكافة الأنشطة من معارض - فنون... .

٤-٤-٢ إنشاء العديد من المشاريع السياحية (قرى ومنتجعات سياحية ) فى الأماكن المناسبة وطبقا للغرض المقامة له وبالحجم المطلوب .

٤-٤-٣ ابراز دور هذه التجمعات مع إقامة مشاريع سياحية للتعرف على النواحى الاجتماعية والثقافية للمجتمع القطرى الممثل فى تلك التجمعات .

٤-٤-٤ إحياء التراث بتطوير قرى الصيادين للحفاظ والتعرف على النمط المعيشى الذى ساد فى الماضى ومدى ارتباطه بمصدر الرزق وهو البحر (صيد الأسماك واستخراج اللؤلؤ ).

٤-٤-٥ العمل على إعطاء الإمكانيات والتسهيلات للدراسة الخاصة بالبيئة سواء العمرانية (طابع معمارى وتخطيط... ) ، أو بالثروات النباتيه والحيوانية الصحراويه .

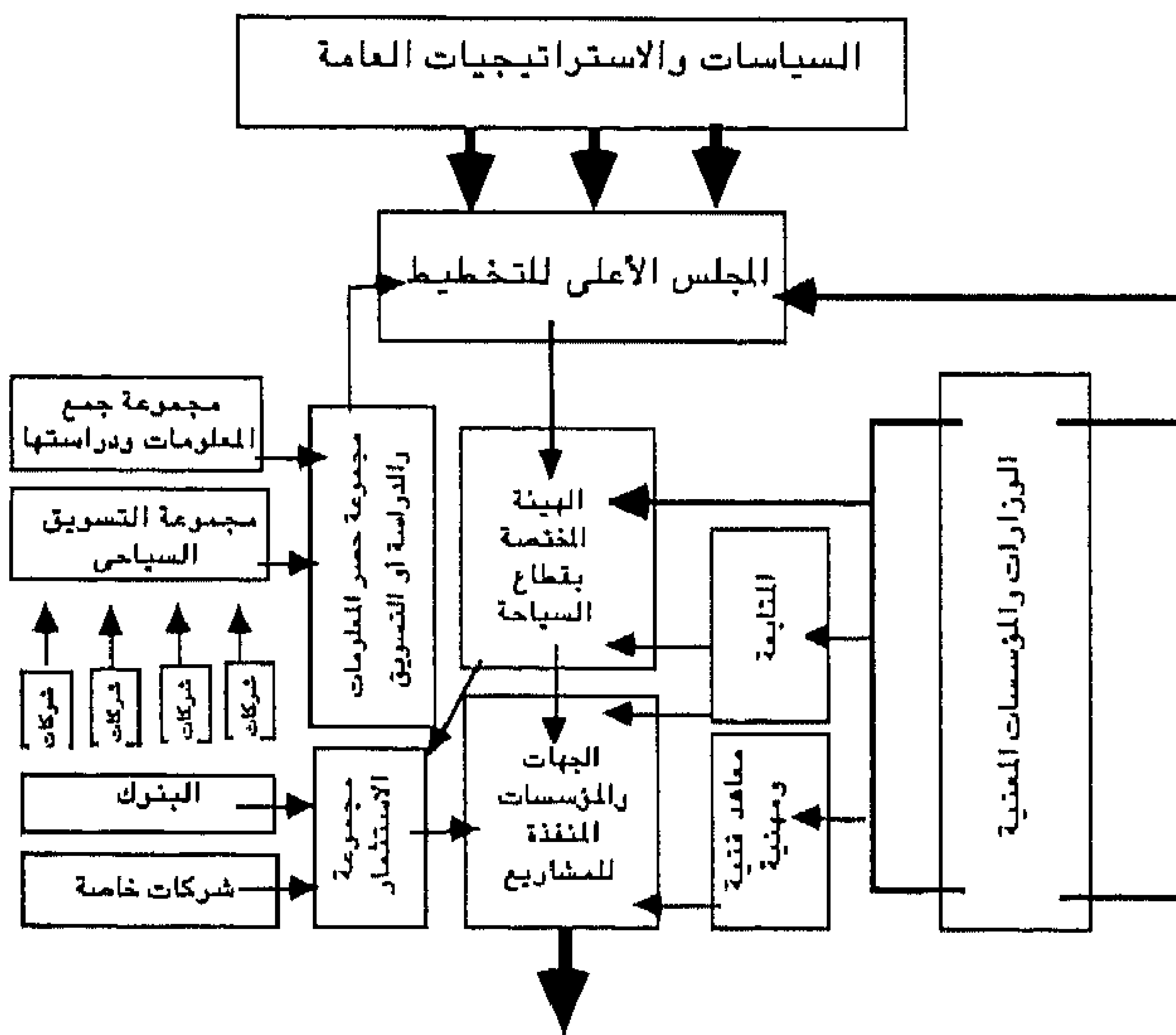
٤-٥ محاولة تطوير واستخدام أحدث وسائل النقل سواء برية - بحرية - جويه ، مع التركيز على إنشاء مهابط للطائرات المروحية كى تعطى مرونة وحرية حركة وسرعة تنتقل على المستوى القومى ، نظرا لتمركز الخدمات الأساسية بالعاصمة، خاصة لهذه المرحلة بهدف ربط وسرعة الوصول إلى المناطق التى يصعب ربطها بشبكة للطرق البرية مثل :

- الجزر المختلفه .
- منطقة خور العديد والكثبان الرمليه .

٤-٦ إعداد شبكة طرق لربط كافة المشاريع السياحية ببعضها وبالتجمعات العمرانية القائمه .

٤-٧ استكمال الدراسات الخاصة بقطاع السياحة من المقومات الاجتماعية والاقتصادية المكملة للمقومات الطبيعيه .

- الرسم التوضيحى التالى محاولة واقتراح لرسم مسار العلاقات المختلفة والربط بين الجهات المسئولة والمعنية بقطاع السياحة على المستوى القومى للبلاد . شكل ( ٨ )




شكل رقم ٨ - المشاريع السياحية المتعددة

# المراجع العربية والأجنبيه

## المراجع العربيه


- أحمد خالد علام ، تخطيط المدن ، القاهره ، ١٩٨٠ .
- المجلس الأعلى للتخطيط ، دراسة قطاع السياحة فى دولة قطر ، الدوحه ، ١٩٩٠ .
- المجموعة الإحصائية السنويه ، الجهاز المركزى للاحصاء ، الدوحه ، ١٩٩٣ .
- على الشيب - اسماعيل عامر : دراسة استعمالات الأراضى للحواف الشاطئيه ، بحث مقبول للنشر ، حولية كلية الانسانيات - جامعة قطر ، الدوحة ١٩٩٥ .
- محمد خميس الزوكه ، التخطيط الإقليمى وأبعاده الجغرافيه ، القاهره ، ١٩٩٠ .
- محمد عبد الحميد الحمادى ، السياحة فى منطقة البحر المتوسط (بحث) ، الكتاب الجغرافى السنوى ، العدد الثالث، الرياض ، ١٩٨٧
- محمد متولى - محمود أبو العلا ، جغرافية الخليج ، الكويت ، ١٩٨٢ .
- محمود كامل ، السياحة الحديثة علما وتطبيقا ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهره ، ١٩٧٥ .
- نظام عبد الكريم ، على الشيب ، بسام النصر ، جغرافية العالم الإسلامى ومستقبله ، الدوحه ، ١٩٩٥ .


## المراجع الأجنبيه


- Alister Mathieson G.Wall , Tourism (Economic , Physical andd Social Impact ) U.S.A. , 1990 .
- Ali al Sheeb , "Coastal Geomrphology of the Coast of Qatar Peninsula, U.K. 1988 .
- Douglas Pearce, " Tourism Development " Newyork , 1985 .
- Douglas Pearce, " Tourism Today Newyork, 1987 .
- Stephen L.J. Smith, " Tourism Analysis , "Newyork , 1991 .

# التجمعات العمرانيه
# فى إطار تقييم السياسة القومية للتنمية الحضريه

د. مصطفى محمد الدينارى *

## مقدمه

غطت دراسة السياسة القومية للتنمية الحضرية الأراضى والمناطق المصريه ، وانتهت إلى وضع توصيات بشأن انتهاج سياسات عمرانية واقتصادية واجتماعية وإرساء أسس توجيه وإدارة النمو الحضرى فى مصر ، بهدف الوصول إلى استراتيجية للتنمية العمرانية تتكامل فيها السياسات القطاعية السكانية والمكانية لتحقيق أهداف الدوله .

ويناقش البحث العناصر المكانية للاستراتيجية المقترحة وتقييمها بعد مرور أكثر من ١٠ أعوام من إجراء الدراسة القومية للتنمية الحضريه ، كما يناقش الاتجاهات والمخططات العمرانية المعده ، بالإضافة إلى الوضع الراهن والمتغيرات الحادثة الخاصة بالمستوطنات والأقاليم وتأثيراتها على المستوى الإقليمى والقومى .

## الأبعاد الأساسية لاستراتيجية السياسة القومية للتنمية الحضريه

أجريت الدراسة خلال الفترة ٨٠-١٩٨٢ م بناء على تكليف من اللجنة الاستشارية للتعمير بوزارة التعمير والدولة للإسكان واستصلاح الأراضى .

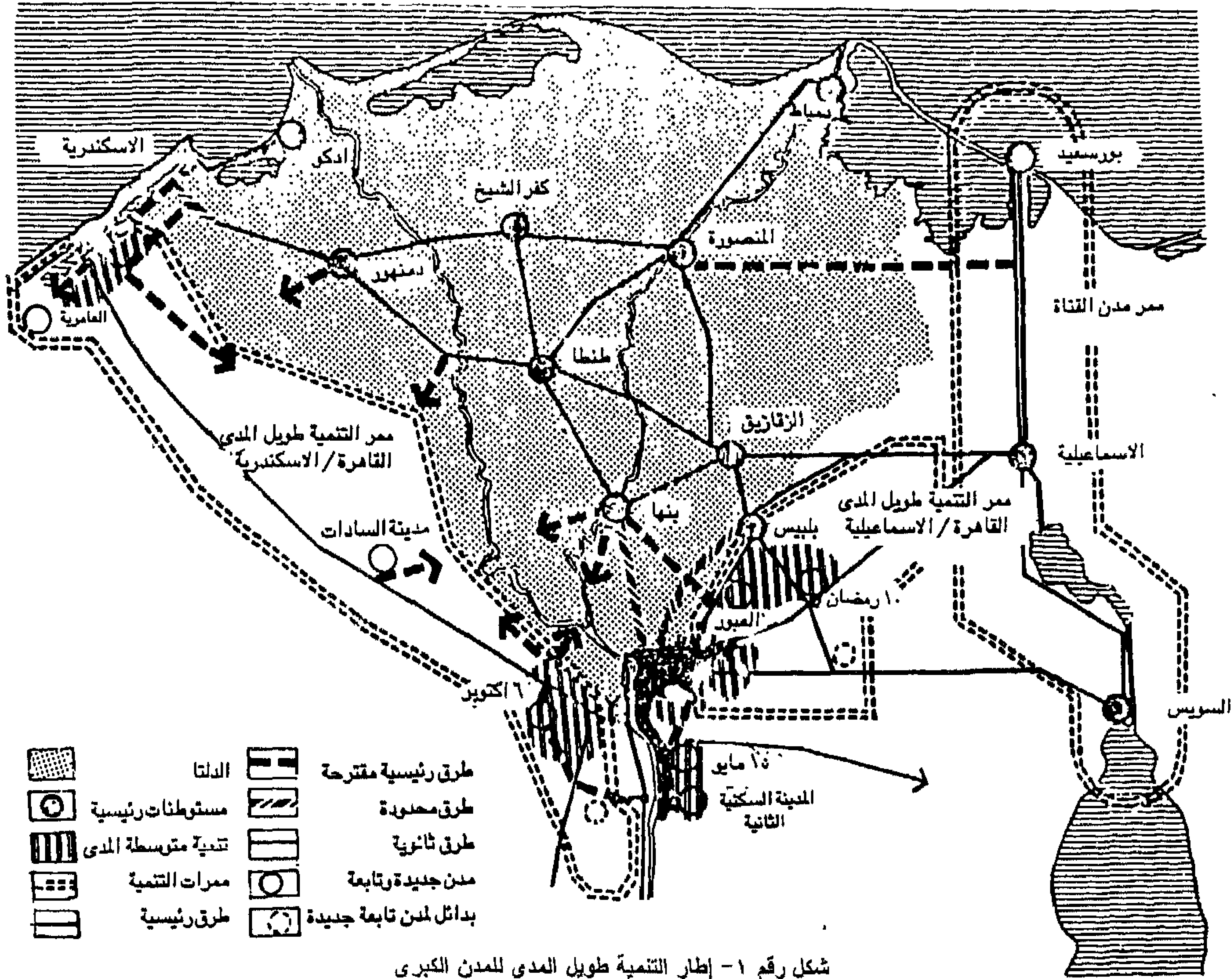
وتمثلت الموضوعات الرئيسية التى قامت الدراسة على بحثها فى تحديد أنماط التحضر والاستيطان وأنواع الأنشطة والبرامج لتلبية احتياجات السكان ، وشملت تقدير الاستثمار العام اللازم لعملية التنمية الحضرية فى ضوء الموارد المالية المتاحه ، وتحديد الإمكانيات والموارد العامة المؤدية إلى تشجيع الاستثمارات الخاصه ، بالاضافة إلى وضع وتحديد إطار للعمل تسترشد به الأجهزة المسئولة لتحقيق التنمية الحضريه ، وتحديد أنواع النشاط الاقتصادى الخاص الذى يتعين تشجيعها .

وقد عمدت الاستراتيجية المفضلة إلى تحقيق أهداف أهمها تحقيق معدل مرتفع للنمو الاقتصادى ، وتحسين مستويات معيشة السكان وتشجيع الاتجاه نحو تقليل تركز أوجه النشاط فى القاهره ، وحماية الأراضى الزراعية من الزحف العمرانى المتزايد ، وذلك فى حدود تقديرات الموارد المتاحة والإطار الزمنى للدراسة (المحدد بنهاية القرن الحالى ) ، والحجم المتوقع لسكان الحضر والبالغ ٣٧ مليون نسمة عام ٢٠٠٠ .

وتتلخص الأبعاد الأساسية للاستراتيجية المفضلة للتنمية الحضرية فيما يلى :

- استغلال المميزات الاقتصادية لإقليمى القاهرة والإسكندرية فى استيعاب الزيادة المتوقعة فى سكان الحضر حتى عام ٢٠٠٠ .
- دعم إمكانيات النمو فى منطقة قناة السويس والتركيز على مدينة السويس ، مما يؤدى إلى إيجاد منافس حضرى قوى لمدينتى القاهرة والإسكندريه .
- إدارة وتنظيم النمو التلقائى المتوقع فى مدن الدلتا ، بهدف الحد من الزحف العمرانى على الأراضى الزراعية وخلق مزيد من فرص العمل ، مع التركيز على مدينتى طنطا والمنصوره . شكل رقم (١) .
- رفع النمو فى عدد محدود من مدن الوجه القبلى ، بهدف

* قسم التخطيط العمرانى - كلية الهندسة - جامعة الأزهر




شكل رقم ١ - إطار التنمية طويل المدى للمدن الكبرى

تنمية القاعدة الاقتصادية مع الاهتمام بمدينة أسيوط ، ونجع حمادى ، ومدينة أسوان .

- مواجهة مشكلات الاستيطان فى المناطق النائيه ، وإنشاء الأجهزة التنفيذية اللازمة للعمل على جذب السكان .

- وضع برامج للحفاظ على البنية الأساسية والخدمات بالمواقع الحضرية الأخرى .

- زيادة الاهتمام بقطاع الصناعة فى مجال التخطيط الاقتصادى، وتشجيع الاستثمارات الخاصة وتوفير الأرصدة العامة اللازمة لدعم الصناعات الصغيره .

## العناصر المكانية لاستراتيجية السياسة القومية للتنمية الحضريه

### ١ - القاهرة الكبرى

فى الفترة ٦٥-١٩٧٠ أعد التخطيط الابتدائى العام للقاهرة الكبرى واحتوى فى مضمونه على :

- إقامة مدن جديدة على المستوى الإقليمى ، تتمتع بالاكتفاء الذاتى تعمل على خلق أقطاب جذب للنمو والتخفيف عن الكتلة العمرانية للقاهره .

- احتواء الكتلة الحضرية الحالية للقاهرة الكبرى فى حجم يمكن السيطرة عليه باقتراح طريق دائرى يحيط بها يضع حدا للتوسع العمرانى .

وقد قدر أن يصل عدد سكان الإقليم عام ١٩٩٠ م إلى حوالى ١٥ مليون نسمه ، كما قدر استيعاب الكتلة العمرانية الرئيسية بحوالى ٩,٥ مليون نسمه ، والتجمعات العمرانية المحيطة بحوالى ١,٢ مليون نسمة ليبقى بعد ذلك الزيادة المتوقعة فى الإقليم وقدرت بحوالى ٤,٣ مليون نسمه ، واقترح المخطط العام استكمال تعمير منطقة حلوان لتتمكن من استيعاب حوالى ثلاثة أرباع مليون نسمه ، وإنشاء أربع مدن جديدة مستقلة غرب وشرق الإقليم ، لكل منها قاعدتها الاقتصاديه ، إلا أن هذا المخطط لم يعتمد وسارت الأمور على ما هى عليه حتى جاءت حرب أكتوبر فاختلت الموازين .

ونظرا للتغيرات الاقتصادية والاجتماعية التى حدثت عام ١٩٧٤ م خاصة التغيرات الجذرية فى أنماط الاستثمار ، قامت الهيئة العامة للتخطيط العمرانى عام ١٩٨٢ بإعداد تخطيط بعيد المدى للتنمية الحضرية لإقليم القاهرة الكبرى .

وقد ركزت السياسة القومية فى استراتيجية التنمية العمرانية الشاملة المقترحة لمنطقة القاهرة على خلخلة الكثافة فى المنطقة المركزية لخفض معدلات نمو السكان بقلب

العاصمه، وتوزيع هذا التركيز على سلسلة المراكز الثانويه، وإتاحة مواقع صحراوية جديدة للنمو الحضرى مستقبلا ، وتمثلت الوسائل الرئيسية التى أوصت بها الدراسة لخلخلة الكثافة بوسط القاهره ، مع استمرار استيعاب الإقليم للسكان حتى يصل عددهم إلى ١٦ مليون نسمة عام ٢٠٠٠ فى :

- منع التركز فى منطقة الوسط المركزيه ، من خلال إقامة مراكز ثانوية وفرعية وتشجيع انتقال الأنشطة التى يمكنها ذلك فى هذه المنطقه .

- إعداد عدد من المواقع فى المناطق الصحراوية المتاخمة وتخصيصها كأماكن سكنية بديلة لمنخفضى الدخل ساكنى المناطق المزدحمة بالقاهره ، ونقل محور التنمية من اتجاه الشمال / الجنوب إلى اتجاه الشرق / الغرب .

- رفع الكثافة السكانية فى المناطق ذات الكثافة المنخفضة فى الأقاليم ، وتطوير المناطق المبنية القائمه ، التى تفتقر إلى خدمات ملائمه .

- إقامة عدد من المستوطنات الصغيرة مثل مدن العبور و٦ أكتوبر وبدر والتى تعد أقرب إلى الكتلة العمرانية القائمة من مدن السادات والعاشر من رمضان .

- تقرير التشريعات الخاصة بحماية المناطق الزراعية فى الشمال ، واستخدام الاستثمارات فى مجال الصناعة والنقل والبنية الأساسية لدفع عمليات التنمية الصحراوية فى اتجاه الشرق / الغرب .

وتضمن المخطط الهيكلى للقاهرة (١٩٨٢ م) حلا بعيد المدى لمشاكل التنمية العمرانية بالإقليم يعتمد على :

- تنمية شاملة للإقليم العمرانى كوحدة متكاملة (التنمية المتزنة لريف وحضر الإقليم) ويتم فى إطاره التنظيم الهيكلى على مستوى الإقليم .

- تخطيط مدن جديدة حول القاهرة على محاور التنمية العمرانيه ، والتى تربط الكتلة العمرانية للقاهرة بأقاليم الجمهورية الأخرى وهى ٦ أكتوبر ، و١٥ مايو والعبور وبدر والأمل ، والتى بدئ فى تنفيذ بعضها بهدف تخفيف الضغط الواقع على الإقليم .

- إنشاء وتنمية عشرة تجمعات عمرانية جديدة (مستوطنات) بالأراضى الصحراوية خارج الطريق الدائرى للقاهرة الكبرى ، ويتراوح الحجم المستهدف لكل منها ما بين ٢٠٠-٢٥٠ ألف نسمه . شكل رقم (٢).

- تقسيم الكتلة العمرانية الرئيسية للإقليم إلى قطاعات متجانسة بهدف السيطرة على التنمية داخلها والارتقاء بالنسيج العمرانى الحالى ، وكطريق لإعادة هيكلة التجمع الحالى وإدماجه مع التجمعات الواقعة على أطرافه .

وطبقا لدراسات المخطط ، قدرت الزيادة السكانية المتوقعة بحوالى ٧,٤ مليون نسمة يجب استيعابهم خلال الفترة حتى عام ٢٠٠٠ ، انتهت إلى حساب القدرة الاستيعابية للكتلة العمرانية داخل الطريق الدائرى على أساس كثافة سكانية إجمالية ١٢٠ نسمة / فدان ، وتوزيع باقى الزيادة السكانية على محاور التنمية مع المدن الجديده ، وذلك على أن تستوعب منها الكتلة الحضرية الرئيسية ٤,٦ مليون نسمة بما يمثل ٦٢,٢٪ من الزيادة السكانيه ، وتستوعب المدن المستقلة والتابعة ٠,٩ مليون نسمه ، والمستوطنات الجديدة ١,٩ مليون نسمه.

وقد قامت هيئة التخطيط العمرانى عام ١٩٨٤م بتقسيم الكتلة العمرانية الرئيسية والأراضى الزراعية المتاخمة والأرض الصحراوية الواقعة داخل الإقليم إلى ١٦ قطاعا منها ثمانية قطاعات حضرية تشمل الكتلة العمرانية الرئيسية (للقاهرة وشبرا الخيمه ، ومدينة الجيزة ) ، وثلاث قطاعات زراعية بالقليوبية والجيزه ، وأربع قطاعات صحراويه ، وقطاع أثرى ، ويتراوح عدد سكان كل قطاع بين ١-٢ مليون نسمه ، على أن يتوفر فرص عمل لحوالى ٨٠٪ من القوى العاملة داخل حدود كل قطاع تحقيقا للامركزيه .

وفى عام ١٩٩٣ قامت الوزارة بمضاعفة المساحات المخصصة للمدن التابعة ٦ أكتوبر والشيخ زايد والشروق والعبور وبدر ، وبهذه الزيادة بلغت المساحات المخصصة للمدن التابعة نحو ٥٠ ألف فدان بما يعادل ثلثى مساحة القاهره ، وتمثلت جهود الدولة فى توفير البنية الأساسية وبعض الخدمات، مع إنشاء ٤٢,٩ ألف وحدة سكنية بالتجمعات العمرانية الأول والخامس والقطامية والشروق والشيخ زايد .

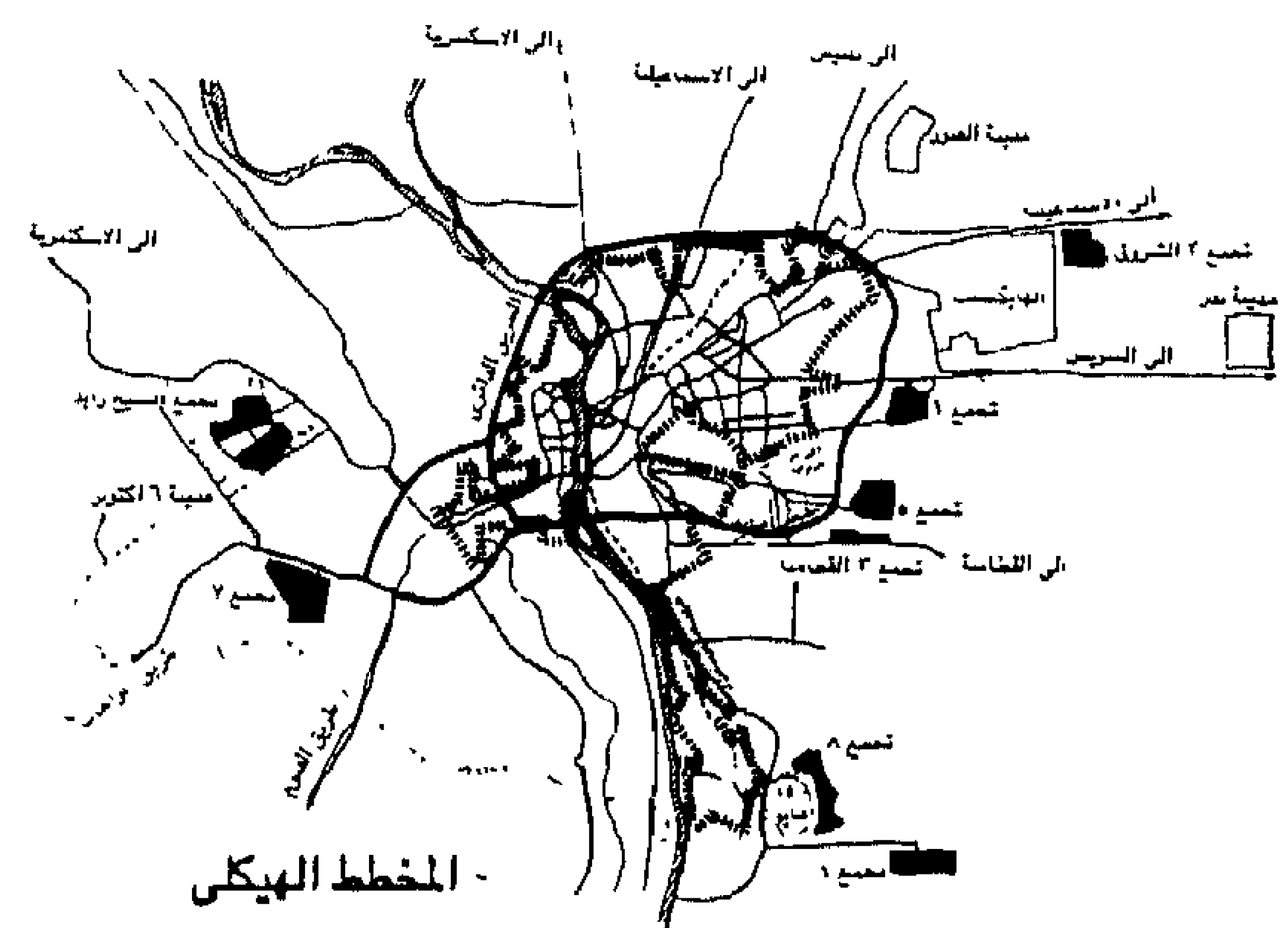
وفى عام ١٩٩٥م كان الاتجاه لتخطيط وإنشاء مدينة القاهرة الجديدة بهدف خلخلة الأحياء المكتظة بالقاهرة الكبرى ، ومنع قيام تجمعات عمرانية عشوائية غير منتظمه ، وتقع المدينة الجديدة على بعد ٢٠ك.م من وسط القاهرة على الطريق الدائرى للقاهرة الكبرى ، وعلى محورى التنمية العرضى (طريق المعادى - العين السخنة جنوبا وطريق القاهرة / السويس شمالا ) ، وتستوعب المدينة الجديدة حوالى ١,٥ مليون نسمه ، وتقع على مساحة ٤٤,٨ ألف فدان وتضم التجمع الأول وأرض أكاديمية الشرطة والتجمعين الثالث والخامس والغابة المتحجرة والمناطق السكنية الجديده .

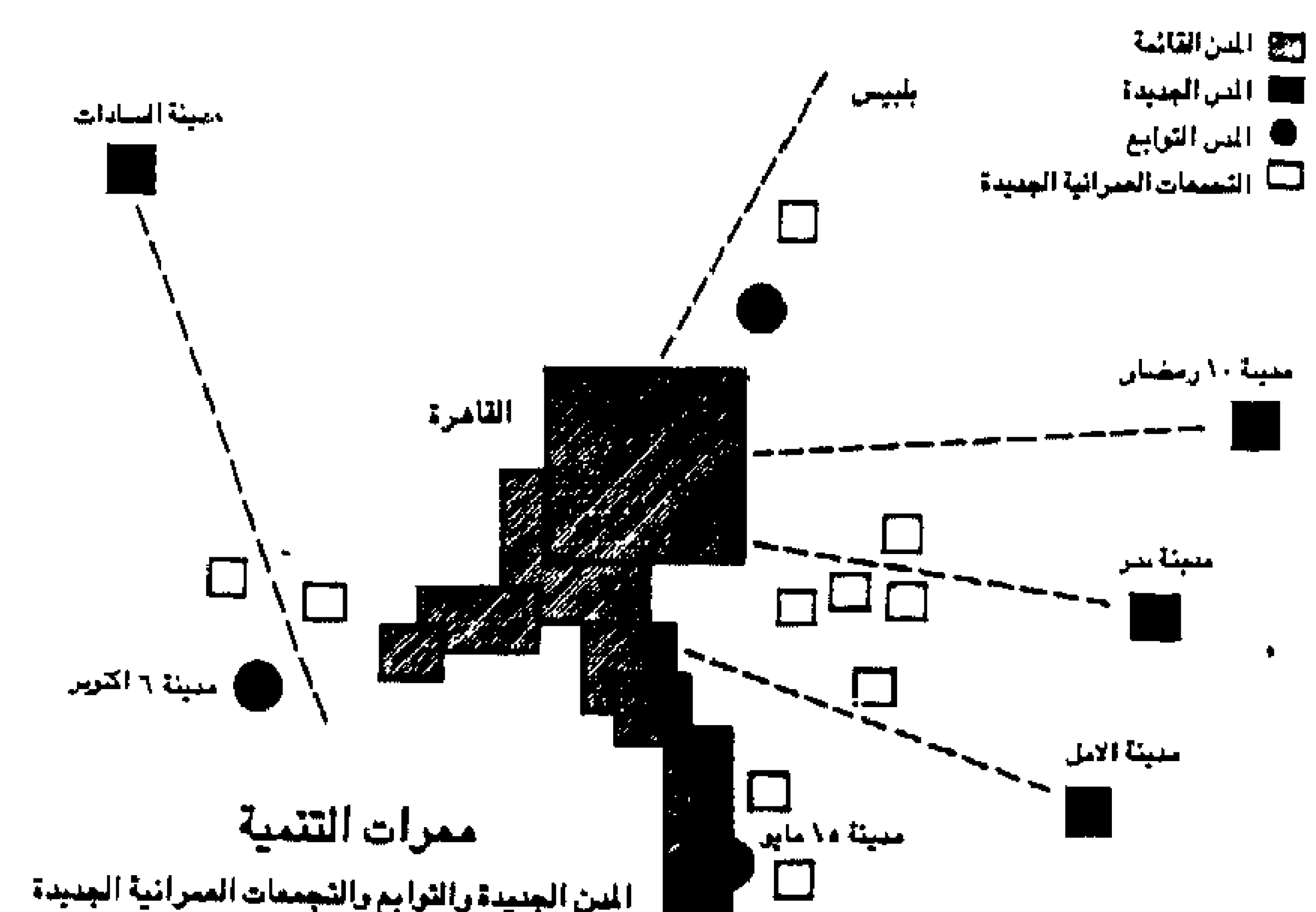
ونرى أن هذا الاتجاه يضاعف من أعباء ومشاكل القاهرة الكبرى ، خاصة النقل والمرور على شبكة المحاور الرئيسية بالإضافة إلى تحمل المرافق بأعباء إضافيه ، ويتم هذا فى الوقت الذى لم يتم فيه استثمار الموجودات القائمة بالمدن التابعة التى بدأ العمل فى إنشائها ، وهى بالتحديد مدن العبور والشروق وبدر ، خاصة بعد أن تقرر توسيع كل منها بما يناسب حجمها .

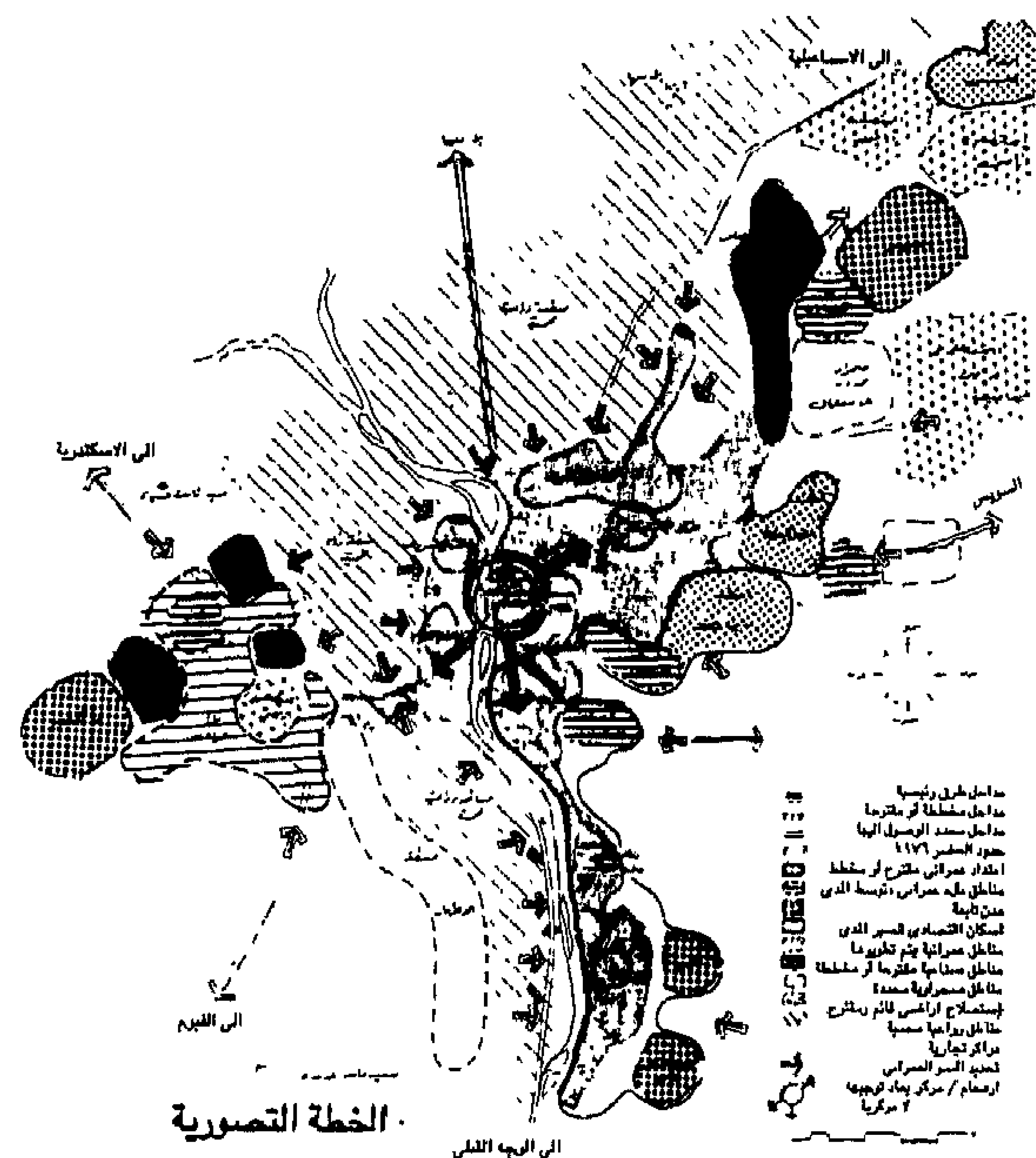
وتشير حقائق الوضع الراهن إلى أن مجموع سكان الإقليم قد بلغ حوالى ١١,٨ مليون نسمة عام ١٩٩٤م ، ويزداد عدد سكان الإقليم بنحو ٣٥٠ ألف نسمة سنويا (بمعدل نمو سنوى قدره ٤٪ ) وهو ما يعادل حجم مدينة كبرى من مدن المحافظات المصرية أو حجم مدينة جديده ، ولقد ترتب على هذا استمرار امتداد العمران غير المخطط فى الشمال الشرقى على الأراضى الزراعية وعلى الضفة الغربية للنيل وفى الجنوب وفى الشرق من الكتلة الحضريه .

كما أدى تركز المرافق الحكومية والقومية والمحلية فى منطقة القاهره ، والافتقار إلى مستوى إدارى أعلى للإقليم ، والاستثمارات الصناعية المقترحة للمنطقه ، وعمليات التعمير العشوائية إلى قيام عمليات التخطيط والاستثمار على نحو لا يتفق والاتجاهات السليمه المستهدفة فى مجال التنميه .

ولقد أثرت الظروف الاقتصادية للدولة على ملاحقة متطلبات التنمية لهذه الزياده ، وظهرت آثارها فى ارتفاع الكثافة السكانية بمعدلات عاليه ، وارتفاع سعر الأرض ارتفاعا خياليا ، ونقص الإسكان وما صاحبه من انتشار التكدس السكانى الشديد




شكل ٢ - القاهرة الكبرى :
المخطط الهيكلى - الخطة التصورية

فى الأحياء القديمة المتهالكة مع تدهور الأحياء الجديده ، وتعقدت مشاكل المرور مع قصور المرافق والخدمات الأخرى ، بالإضافة إلى انتشار ظاهرة التلوث بأنواعه .

وبصفة عامه تشير الحقائق إلى أن أهداف المخطط الهيكلى للقاهرة الكبرى لم تتحقق حتى الآن ، والأسلوب الأمثل لإعداد مثل هذا المخطط ، هو أن يعد تخطيط وتنمية الأقاليم التخطيطية الأخرى عمرانيا واقتصاديا واجتماعيا فى إطار السياسة القوميه، التى تحدد الحجم الأمثل للسكان الذى يمكن أن يستوعبهم كل إقليم بما يتفق وإمكانياته وظروفه المحليه .

كما تحتاج الكتلة الحضرية للقاهرة الكبرى إلى مستوى إدارى له شخصية اعتبارية أعلى يضم الوحدات الإدارية للقاهرة ومدن الجيزة وشبرا الخيمه ، وذلك للتنسيق والاتفاق على السياسات والاستراتيجيات الخاصة بتخطيط المرافق والخدمات والتشريعات المنظمة للعمران بما يتفق وخطة التنميه.

## ٢ - المدن الجديده

وضعت لجنة تخطيط القاهرة الكبرى فى أواخر الستينات خطة إقليمية استهدفت استكمال نمو القاهرة فى المستقبل من خلال إقامة أربع مدن جديدة تابعه على الأراضى الصحراويه ، على أن تستوعب كل منها ٢٥٠ ألف نسمه .

وفى عام ١٩٧٥م بدأ التخطيط بمدينتى العاشر من رمضان والسادات بمثابة بديل للتنمية المتاخم للقاهره ، على أن تستوعب كل منها ٥٠٠ ألف نسمة حتى عام ٢٠٠٠ ، كما بدأ التخطيط لمدينة العامرية الجديدة فى عام ١٩٧٧ م على أن يكون لها نفس الحجم ، وأن تقوم بنفس الغرض بالنسبة لمدينة الإسكندريه ، وبدأ فى التخطيط لمدينة ١٥ مايو كمدينة تابعة يبلغ حجمها السكانى ١٥٠ألف نسمة بالإضافة إلى مدن السادس من أكتوبر والعبور والأمل ، وهكذا تطور التركيز فى سياسة المدن الجديدة فى مصر بهدف تقليل حدة التركز وتنظيم بمنطقتى القاهرة والإسكندريه .

وفيما يتعلق بسياسة المدن الجديدة فإن توصيات السياسة القومية للتنمية تتفق مع اتجاه الحكومه ، على أن تكون الأولوية للمدن التابعة والأحياء الجديدة على المدن القائمة بذاتها ، وإجراء عملية التقييم لكل مرحلة مع خفض المعايير وزيادة الكثافات السكانيه ، كما أوصت فى المدن الجديدة القائمة بذاتها بربط الإنفاق الاستثمارى بالنمو الفعلى الذى يتحقق منها.

جدول رقم ١ - سكان المجتمعات الجديدة المتوقع
فى السياسة القومية والوضع الراهن

| المجتمعات الجديدة | توقعات السياسة القومية فى ضوء الاتجاهات الحضرية | | الوضع الراهن | | عدد السكان المستهدف |
|---|---|---|---|---|---|
| | أقصى معدل نمو سنوى ٪ | عدد السكان عام ٢٠٠٠م | عدد السكان ١٩٩٥ م | معدل النمو السنوى ٪ | |
| ١٠ رمضان | ١٠ | ١٠١,١ | ٨٠ | ١٢ | ٥٠٠ |
| ٦ أكتوبر | ١٠ | ٨٠,٤ | ١٣٠ | ١٩,٩ | ١٥٠٠ |
| ١٥ مايو | ١٠ | ١٥٠,٠ | ١٨٠ | ١٣,٦ | ٢٥٠ |
| السادات | ١٠ | ٨٣,٥ | ٣٠ | ٤,١ | ٥٠٠ |
| بدر | - | - | ٤ | - | ١٤٤ |
| القاهرة الجديدة | - | - | ٧٠,٢ | - | ١٥٠٠ |
| العبور | - | - | ٠,٥ | - | ٢٥٠ |
| الشروق | - | - | - | - | ٥٠٠ |

وتوقعت الدراسة للمدن الجديدة ( ١٠ رمضان ، ٦ أكتوبر، ١٥ مايو ، السادات ) عدد سكان يبلغ ٤١٥ ألف نسمة بافتراض معدل نمو متفائل يبلغ ١٠٪ سنويا بما يمثل ١٨,٤٪ من المستهدف لها ، وينخفض هذا عن المحقق حاليا فى هذه المدن (١٩٩٥م) ويمثل ١٨,٦ ٪ من أحجامها المستهدفه .

وقد جاء بالمخطط الاستراتيجى لتنمية إقليم القاهرة الكبرى عام ١٩٨٣م أنه أعيد النظر فى المدن الجديدة الجارى تنفيذها أو تخطيطها ، وقدر لها أن تستوعب ٠,٩ مليون نسمة حتى عام ٢٠٠٠م ، تتوزع على مدن ١٠ رمضان ، ١٥ مايو والعبور ، بدر ، ٦ أكتوبر ، الأمل ، كما جاء بالمخطط استغلال المدن الثلاث التوابع : ٦ أكتوبر ، العبور ، ١٥ مايو كنقاط ارتكاز فى الانطلاق لتنمية المدن الجديده ، بالإضافة إلى استخدام المدن الجديدة كنقاط أساسية فى تنمية ممرات التنميه، فمدينة السادات لتنمية ممر القاهرة / الإسكندرية الصحراوى ، والأمل لتنمية محور القاهرة / الاسماعيلية الصحراوى .

وتعد التجمعات العمرانية الجديدة ضرورة على المستوى القومى ، وترتيب أولوياتها لازم فى إطار تخطيط قومى شامل ، إلا أن عمليات التنمية العمرانية تواجه بعض السلبيات التى

تعوق تطورها وتقدمها ، من أهمها محدودية الاستثمارات والطموح فى بعض مخططاتها وغيبة التخطيط الإقليمى .

وتشير خصائص الوضع الراهن بالنسبة للمدن والتجمعات الجديدة إلى أن الأهداف الطموحة للمخططات المعتمدة لم تتحقق، وأنها دون حجم السكان المستهدف ، فهناك تفاوت بين المستهدف بهذه المخططات والناتج عن التنفيذ (حتى نهاية عام ١٩٩٥ ) ، ويتضح ذلك فى الآتى :

- إن إجمالى حجم السكان عام ١٩٩٥ م فى مدن (١٠ رمضان، ١٥ مايو ، العبور ، بدر ، ٦ أكتوبر ) يبلغ ٣٩٤,٥ ألف نسمة يمثلون ١٤,٣ ٪ من الحجم المستهدف ، ونجد حجم السكان فى نهاية ١٩٩٥م فى مدينة ١٥ مايو يمثل ٧٢٪ ، ومدينة ١٠ رمضان ١٦٪ ، يمثل ٨,٧٪ فى مدينة ٦ أكتوبر من أحجامها المستهدفه ، بينما لم يتجاوز ١,٦٪ فى مدينة بدر ، ٠,٢ ٪ فى مدينة العبور من المستهدف .
- فى مدينة السادات يبلغ حجم السكان عام ١٩٩٥ ٦٪ من حجمها المستهدف ، وبرج العرب ٩,٨ ، ودمياط ١٤,٨ ، والصالحية ٢٥٪ ، والنوبارية ٢,٨٪ .

وتتمثل الأسباب الرئيسية فى تأخر المدن الجديدة فى مصر إلى العديد من المشاكل التمويلية والتنفيذية والإدارية وفى مقدمتها انخفاض حجم التمويل المتاح واعتماده على الحكومة كمصدر أساسى ، حيث أن حجم الاستثمارات المطلوبة لا تستطيع أن تتحملها القدرات التمويلية للاقتصاد القومى .

والصورة العامة لما تم خلال السنوات الماضية فى المدن الجديدة ( حتى عام ١٩٩٥ م ) تشير إلى أنها نشأت ونمت تفتقد التوازن والتكامل بين قطاعاتها المختلفه ، وخاصة قطاعى الصناعة والإسكان ، بالإضافة إلى النمو المتعثر للإسكان ومراكز الخدمات العامه ، حيث انتشرت مشروعات الإسكان فى عدد من المجاورات دون أن تكتمل أى منها بينما تتوزع مبانى الخدمات بشكل عشوائى فى بعضها .

وتواجه التجمعات الجارى تنفيذها حاليا العديد من المشاكل المتعلقة بالخدمات والبنية الأساسية والموقع ، مما يستلزم معه وضع برامج محددة لها والتغلب عليها عن طريق التنسيق بين جهود الجهات المختلفة والمتداخلة فى اختيار مواقع هذه التجمعات وإعادة النظر فى برامج التنفيذ ، وتوفير البنية الأساسية والقاعدة الاقتصادية بها قبل البدء فى مشروعات تقسيم الأراضى وبيعها .

٣- الإسكندرية

فى عام ١٩٨٢ م أوصت الاستراتيجية المقترحة للسياسة القومية للتنمية الحضرية بتحقيق النمو السريع لإقليم الإسكندريه ، من خلال تخصيص نسبة كبيرة من إجمالى الاستثمارات الصناعية واستثمارات البنية الأساسية بهدف توسيع قاعدته الاقتصادية الحاليه ، الأمر الذى يترتب عليه جذب المهاجرين من الدلتا والمناطق الأخرى ، واستهدفت السياسة تقليل حدة التركز فى مناطق الوسط عن طريق خلخلة كثافتها وتنمية المراكز الثانويه ، ومد حدود العمران والتنمية إلى الأطراف ، بالإضافة إلى تشجيع البناء والتنمية الرأسية وملء المواقع الخالية داخل الحدود الحضريه .

وطبقا لتقديرات الدراسة فمن الممكن لمنطقة الإسكندرية استيعاب حجم سكانى يبلغ ٥ - ٥,٥ مليون نسمة فى عام ٢٠٠٠ (بمعدل نمو سنوى متوسط قدره ٣,٦٦ ٪ خلال الفترة ٨٥-٢٠٠٠) ، وتضمنت العناصر الرئيسية للاستراتيجية المقترحة ما يلى :

- تقليل حدة التركز فى المنطقة المركزية وذلك بالاتجاه نحو العامرية التى يمكنها استيعاب نسبة كبيرة من النمو المتوقع ، ويقدر بحوالى ٦٦٪ من الزيادة السكانية المتوقعه .
- التنمية الرأسية وملء الأقسام الخاليه ، داخل حدود المناطق الحضريه ، وخفض الكثافة بالأقسام كاملة التحضر والتى تعد أكثر قربا من الوسط .
- تطوير مناطق الاستيطان الحالية بتوفير مستويات أعلى للبنية الأساسية والخدمات الاجتماعيه .
- حماية الأراضى الزراعية والمناطق الصحراوية والمقيدة من خلال تطبيق القوانين وفرض العقوبات .
- استخدام شبكات النقل والاستثمار الصناعى وخدمات البنية الأساسية كأدوات تشجيع تنمية المناطق المرغوب فى تعميرها.

وفى عام ١٩٨٥ م كان التخطيط الشامل للمحافظة والذى

أعدته جامعة الإسكندريه ، وحدد لها عشرون سنة لتنفيذها على أربعة خطط خمسية تنتهى عام ٢٠٠٥م ، وقد قامت أسس التخطيط واستراتيجيته على :

- تخصيص وتخطيط مساحة كافية للامتداد العمرانى غرب المدينه ، وتحديد النمو العمرانى من ناحية الجنوب لحماية الأراضى الزراعيه ، ووضع سياسة وبرامج للإسكان والخدمات لحل المشاكل الحاليه .
- تنمية الساحل الشمالى وتخطيط مشروعاته السياحية فى اتجاه الشمالى الغربى .
- توجيه النمو الصناعى فى مساحات متخصصة للصناعة وأهمها المنطقة الممتدة جنوب ميناء الدخيله .
- تنمية وتخطيط شاطئ بحيرة مريوط الشمالى والجنوبى واستغلالها كمنطقة جذب سياحى . شكل رقم (٣) .

وتتوقع الدراسة أن يبلغ تعداد السكان عام ٢٠٠٥م حوالى ٥,٦ مليون نسمة تستوعب العامرية ٥٠٠ ألف نسمه ، والتوسع العمرانى فى الساحل الشمالى ٢٥٠ ألف نسمه ، وتمثلت اقتراحات الامتداد العمرانى للمدينة فى إعادة تخطيط مدينة العامرية والتى يمكن أن تستوعب نسبة كبيرة من الزيادة السكانيه ، وإنشاء ضاحية سكنية بمنطقة كنج مريوط ويمكن أن تستوعب حوالى ٥٠٠ ألف نسمه .

وجدير بالإشارة أن عدد السكان بالإسكندرية عام ١٩٩٤ م يقدر بحوالى ٣,٣٨ مليون نسمة بمعدل نمو بلغ ١,٩ ٪ فى الفترة ٨٦ - ١٩٩٤ م، وينخفض فى هذا عن توقعات دراسة السياسة القومية للتنميه ، والتى قدرت زيادة سكان المدينة بمعدل سنوى يبلغ ٣,٦٦٪ مما يشير إلى عدم تحقيق المستهدف بالسياسة القومية عام ٢٠٠٠م.

وتشكل اتجاهات وخصائص التنمية العمرانية الحالية خطرا على مصادر الغذاء القريبة فى الإسكندريه ، والتى تشمل المنطقة البحرية والبحيرات والأراضى الصحراوية فى الجنوب الشرقى وفى الشرق ، فمظاهر العمران بمحاذاة طريقى القاهرة / الإسكندرية الزراعى والصحراوى تمثل تنمية غير مخططة تنتج عنها خسائر ملحوظة فى الأراضى الزراعيه ، كما يتضح تصارع وتنافس متطلبات استخدام الأراضى من مشروعات صناعية وإسكانية وسياحية وزراعية على فرص التوسع المتاحه ، بالإضافة إلى أن التركز فى المنطقة المركزية قد وصل فى أقسامها إلى حد التشبع بكثافات سكانية عالية تتجاوز ألف نسمة / هكتار ، على نحو لا يتفق والاتجاهات المنشودة للتنمية الحضريه .

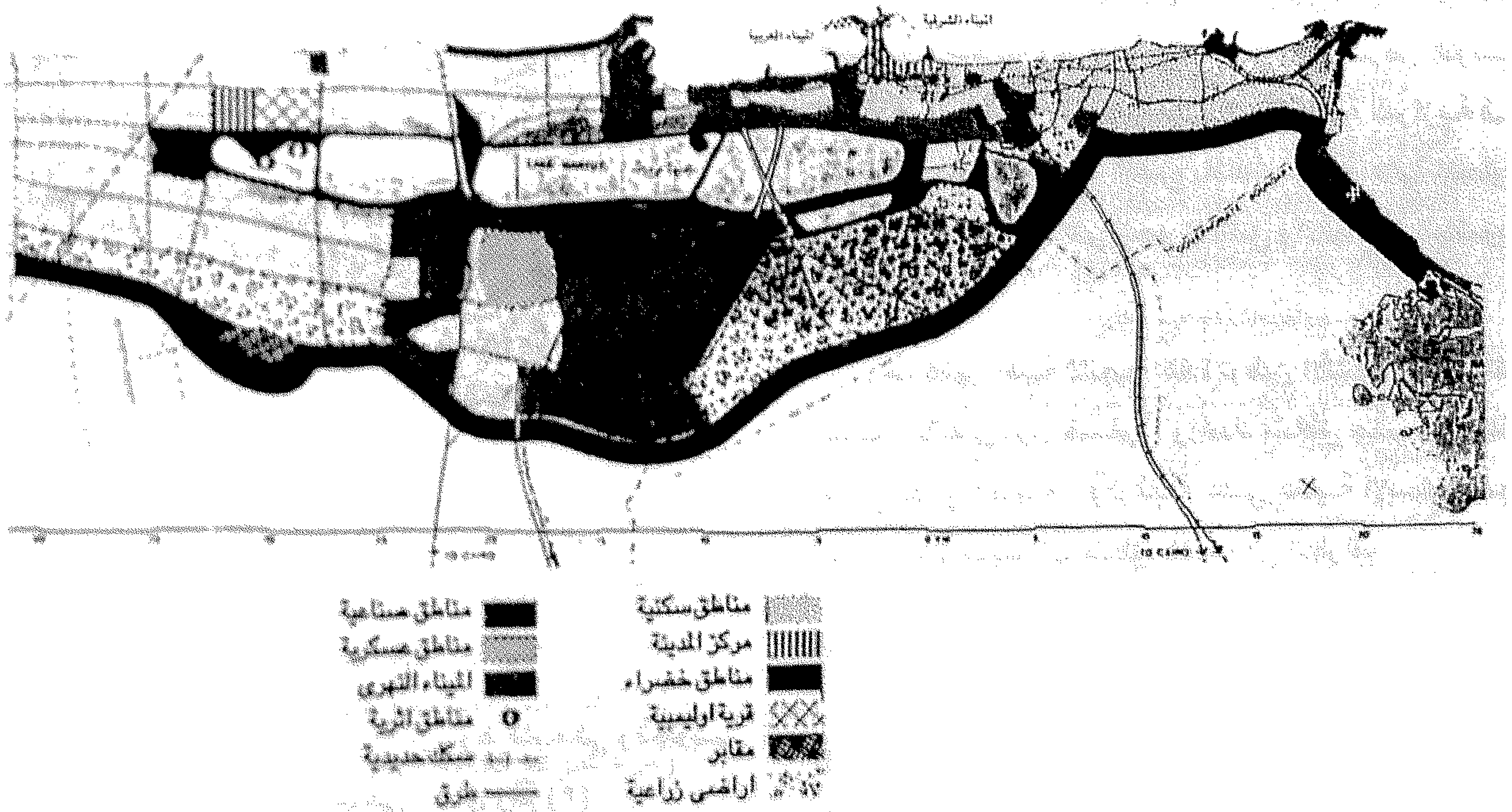
وهنا تظهر أهمية تشجيع إعادة توطين الأنشطة القائمة التى يكمنها الانتقال دون خسائر ، وإعداد مناطق جذب مستحدثة خارج نطاق المدينه ، والرقابة على عملية الإسكان غير الرسمى وتوجيهها إلى مناطق التنمية فى الأطراف .

### ٤- منطقة قناة السويس

فى عام ٧٥ - ١٩٧٦ كان التخطيط الشامل لمنطقة قناة السويس حتى عام ٢٠٠٠ ، وتضمن التخطيط الشامل لمنطقة الاسماعيلية أن عدد السكان سنة ٢٠٠٠ يصل إلى حوالى ١,٢٥ مليون نسمة منهم حوالى ٦٠٠ ألف نسمة بمدينة الاسماعيليه ، واستصلاح حوالى ٥٠٠ ألف فدان بالصالحية وبسهل جنوب بورسعيد والحسينيه ، والتوسع فى الصناعات الزراعيه ، وتنمية السياحة على شواطئ بحيرة التمساح واستغلال شواطئ البحيرات المره ، بالإضافة إلى إنشاء جامعة إقليمية فى الاسماعيليه .

وتضمن التخطيط الشامل لمنطقة بورسعيد حتى عام ٢٠٠٠م أن عدد السكان سنة ٢٠٠٠م سيصل إلى حوالى ٧٥٠ ألف نسمه ، وتطوير بورسعيد كمنطقة حرة وتطوير صناعة السفن وإصلاحها ، واستصلاح حوالى ٦٧ ألف فدان وزراعتها وإقامة بعض الصناعات الزراعية فيها ، مع تنمية صناعة تربية الأسماك ، بالإضافة إلى إنشاء ميناء جديد ورفع كفاءة الميناء الحالى ، وتطوير وتنمية السياحة العالمية والداخلية لزيادة الدخل القومى .

وتضمن التخطيط الشامل لمنطقة السويس حتى عام ٢٠٠٠ أن عدد السكان سنة ٢٠٠٠ سيبلغ حوالى مليون نسمه ، وتحويل بورتوفيق إلى منطقة حره ، بالإضافة إلى بعض المناطق الحرة الأخرى فى الغرب ، وإنشاء مصانع الأسمنت والسماد والغزل والنسيج ، وتوسيع معامل تكرير البترول ،




شكل رقم ٣ - التخطيط الشامل لمحافظة الاسكندرية عام ٢٠٠٥

وإقامة صناعات الزجاج والبتروكيماويات بالإضافة إلى استصلاح وزراعة الأراضى شمال السويس وشرق القناة فى مساحة حوالى ٥٠ ألف فدان ، وتطوير صناعة صيد الأسماك ، وتطوير ميناء بورابراهيم وإنشاء ميناء الأدبيه . شكل رقم (٤)

وفى عام ١٩٨٢م رأت السياسة القومية للتنمية الحضرية إدخال بعض التعديلات على مخطط المنطقه ، ليصل حجم الاسماعيليه بين (٤٠٠ - ٥٠٠ ألف نسمة) ، وبور سعيد من (٥٥٠ - ٦٥٠ ألف نسمة) ، والسويس يتراوح بين ٧٥٠ - ٨٥٠ ألف نسمة ، بمعدل نمو سنوى يتراوح بين ٥,٨٪ - ٦,٣٪ سنويا ، وبافتراض الوصول إلى عدد السكان المستهدف فإن السويس سوف تستوعب ٢,٣٪ من عدد السكان الحضريين فى عام ٢٠٠٠ ، ٣,٢٪ من الزيادة المتوقعة فى هذا الصدد خلال نفس الفتره .

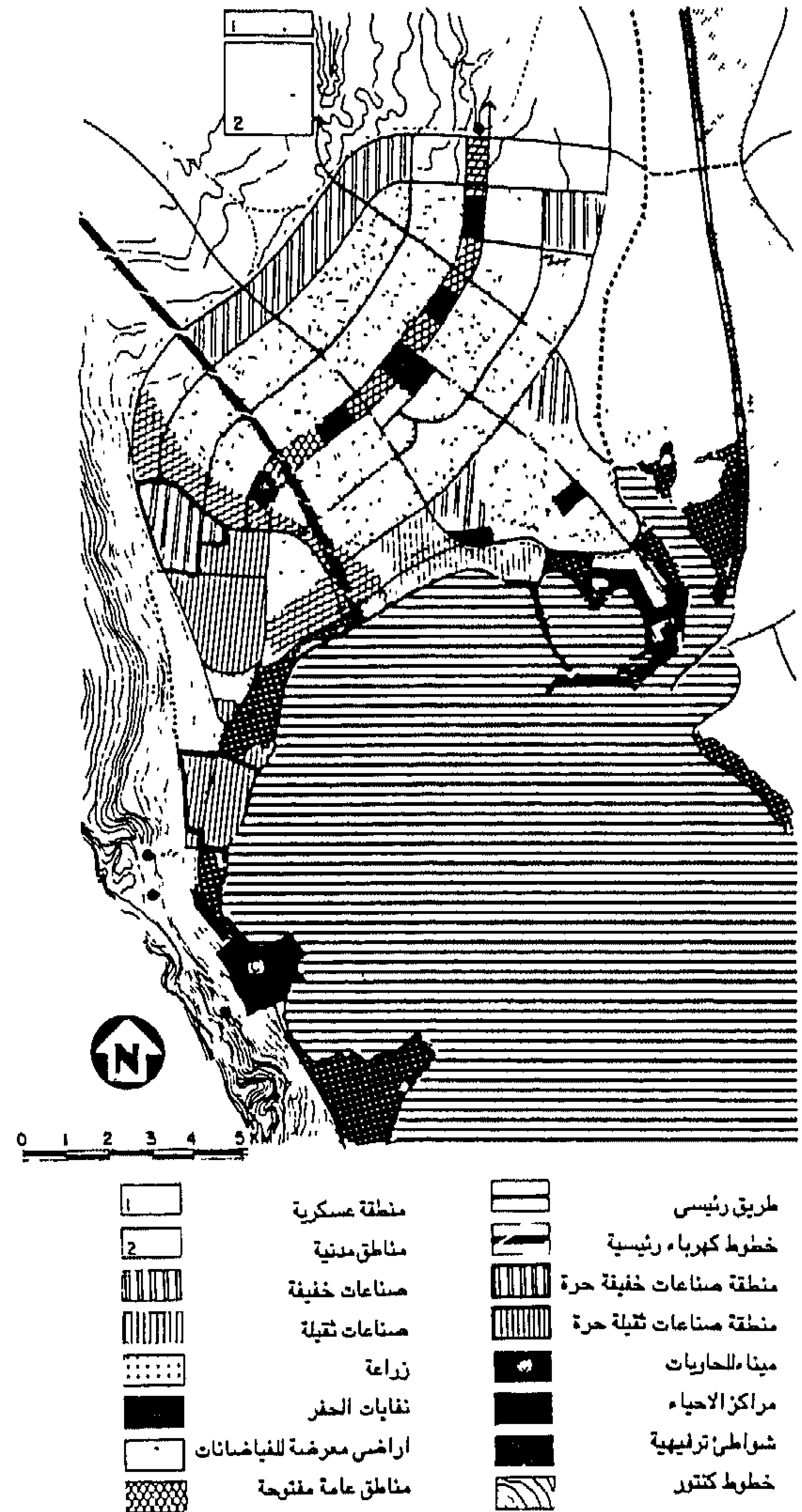
وترى السياسة أن لكل من مدن القناة خصائصها التى تؤهلها لأن تكون محلا للتركيز فى مجال تشجيع النمو ، فالسويس سوف تكون بمثابة مركز صناعى ، ومركز ترانزيت للسفن المتجهة إلى آسيا وأفريقيا ، وبور سعيد بمثابة ميناء ثانوى ومنطقة حرة ومركز خدمات للمناطق الشمالية الشرقية بالدلتا ، والاسماعيلية ستظل مركزا رئيسيا للخدمات باعتبارها مقر هيئة قناة السويس وجامعة القناه .

وبصفة عامة تعتبر تقديرات دراسة السياسة القومية للتنمية الحضرية للنمو فى مدن القناة أقل من توقعات الخطط الرئيسية السابقه .

وفى عام ١٩٩٢ قامت الهيئة العامة للتخطيط العمرانى بدراسة الحيز العمرانى لمدينة الاسماعيليه ، وقدر فيها الحجم السكانى للمدينة عام ٢٠١٥ بحوالى ٥٥٩ ألف نسمه ، وأن عدد السكان المطلوب توفير مناطق امتداد للإسكان له خارج المدينة يبلغ حوالى ٩٧ ألف نسمه ، وقد اقترح تخصيص أراضى شمال المدينة للتنمية العمرانية مع زيادة القدرة الاستيعابية للأحياء السكنية القائمه ، بالإضافة إلى المناطق المتاخمة للكتلة الحالية والتى سيصير تنميتها فى شكل ضواحى سكنيه .

وفى التخطيط الإقليمى لمحافظة بور سعيد قدرت الطاقة الاستيعابية لسكان محافظة بور سعيد عام ٢٠١٥ من ٨٠٠ ألف إلى مليون نسمه يتم استيعابهم فى التجمعات القائمة والمقترحه ، منها العاصمة تجمع حضارى بحجم ٤٥٠ ألف

نسمة ، يضاف إليها تجمع جديد يستوعب ٣٥٠ ألف نسمه ، ومدينتين مركزيتين شرق وغرب القناة بحجم سكان لكل منهما (٢٠ - ٢٥ ألف نسمة) ، وقرى مركزية بحجم سكانى لكل قرية ٢٥٠٠ نسمه ، وقرى فرعية بحجم سكانى لكل منها أقل من ٢٥٠٠ نسمه .




شكل رقم ٤ - المخطط الرئيسى للسويس

وفى عام ١٩٩٤م قدر عدد السكان فى منطقة القناة بحوالى ١,١٧٧ مليون نسمه ، بمعدل نمو سنوى بلغ ٢,٩٪ فى مقابل توقعات السياسة القومية التى بلغت ٤,٤٨٪ مما يشير إلى أن النمو الاقتصادى والسكانى فى مدن القناة ينخفض عن اتجاهات السياسة القومية للتنمية الحضريه .

ففى السويس يتحقق النمو الغير مخطط بشكل غالب على طول طريق القاهرة / السويس، وفى المناطق الساحلية إلى الجنوب ، وقد قدر عدد سكان المدينة بحوالى ٣٩٣ ألف نسمة عام ١٩٩٤م ، وينخفض كثيرا عن الحجم المستهدف بالخطة الرئيسية التى توقعت ٤٨٠ ألف نسمة عام ١٩٨٥م والحجم المقترح فى دراسة السياسة القومية للتنمية الحضريه ، وفى الاسماعيلية وقدر عدد سكان المدينة بحوالى ٣٢٤ ألف نسمة عام ١٩٩٤م ، وفى بور سعيد بحوالى ٤٦٠ ألف نسمه ، وتقترب فى هذا من توقعات الدراسة عام ٢٠٠٠ ، وبصورة عامة لم تستطيع مدن القناة تحقيق الأحجام السكانية المستهدفة لكل منها ، والتى وردت فى السياسة القومية للتنمية الحضريه.

وتتضح أهمية التركيز على دعم وتحفيز إمكانيات النمو فى القناه ، لمزاياها الموقعية وتوافر الموارد والقاعدة الصناعية والخدمات ، وذلك من خلال زيادة الاستثمار الصناعى والاستثمارات فى البنية الأساسيه ، على اعتبار أنها مراكز هامة للتنمية القوميه .

## ٥- منطقة الدلتا

تمثلت العناصر الرئيسية لاستراتيجية السياسة القومية بالدلتا فى :

- تشجيع هجرة السكان من الدلتا إلى إقليمى القاهرة والإسكندرية بالإضافة إلى السويس .
- دمج وتدعيم لأنشطة مراكز الخدمة الإقليمية فى مدينتين أو ثلاث من مدن الدلتا .
- اعتبار الدلتا إقليما واحدا فى مجال تخطيط التنمية الاقتصادية والعمرانيه .
- تطوير المخططات قصيرة الأجل للتنمية وخطط استخدامات الأراضى بمستوطنات الدلتا ، ووضع سياسة رسمية واضحة تحدد حدود المدن وأساليب تعديلها .
- وقف إنشاء المشروعات الصناعية ومشروعات الإسكان والمنشآت الأخرى خارج حدود المدن حماية للأراضى الزراعيه .
- مراجعة المشروعات الإقليمية المقترحة للقطاعات المختلفة والمشروعات الصناعية المزمع إنشاؤها فى الدلتا بغرض نقلها إلى خارج الدلتا .

واختيرت مدن طنطا والمنصورة لتكون المراكز المرشحة

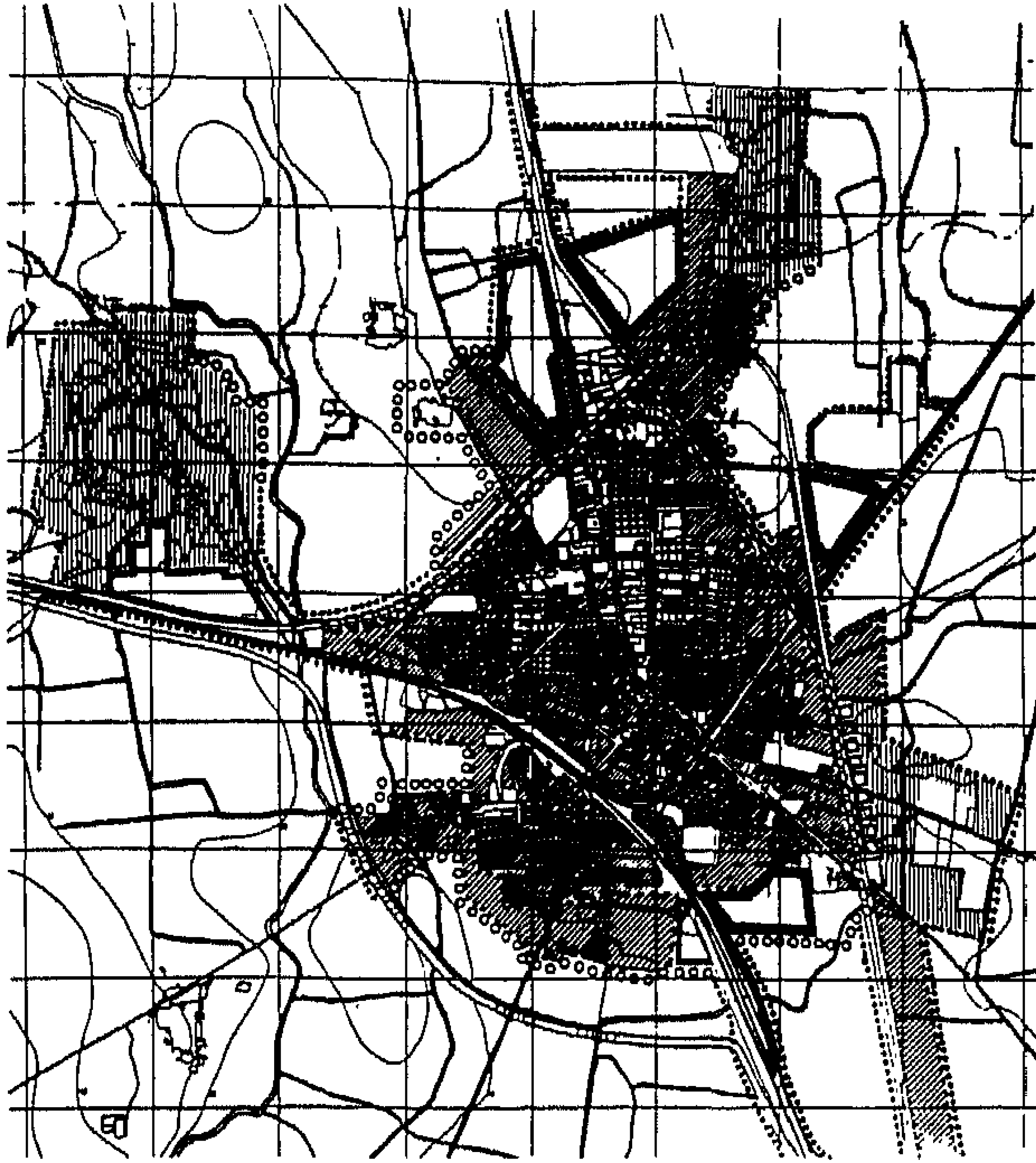
للتركيز الخاص فى هذا الصدد ، وتمثلت توصيات التنمية العمرانية المقترحة لطنطا فى أن تمتد الحدود الحالية للمدينة لاستيعاب السكان المتوقعين عام ٢٠٠٠ و المقدر عددهم بحوالى ٥٧٥ ألف نسمه ، وبصورة عامة ترى السياسة القومية للتنمية الحضرية أن التنمية المستقبلية فى طنطا يجب أن تتم داخل منطقة مخططه ومحدده يمكنها استيعاب النمو حتى عام ٢٠٠٠ ، واختيرت المنصورة لتكون المركز الثانى المرشح للتركيز الخاص ، استنادا إلى قاعدتها السكانية وموقعها بشمال شرق الدلتا ، وقد استهدفت الدراسة حجما سكانيا للمدينة قوامه ٥٥٠ ألف نسمة عام ٢٠٠٠ ، بما يستلزم وضع استراتيجية للتنمية العمرانية بالمنصورة تتماثل مع نظيرتها الخاصة بمدينة طنطا .

ونرى أن اتجاه السياسة الحضرية إلى تبنى الاستراتيجية الرامية إلى زيادة التركيز ورفع النمو العمرانى فى مدن طنطا والمنصورة بالدلتا ، يتعارض مع هدف الحفاظ على الأراضى الزراعية بها وتحسين بيئتها المعيشية فى ظروفها الحاليه ، كما أنه يخلق عدم توازن فى الهيكل الحضرى للإقليم ويؤدى إلى تفاقم مشكلاته .

وقد قامت الهيئة العامة للتخطيط العمرانى بدراسة المخطط الهيكلى لمدينة طنطا عام ١٩٨٥م ، وقدرت فيه تعداد السكان بنحو ٤٥٠ ألف نسمة عام ٢٠٠٠ ، وأن الكتلة العمرانية الحالية للمدينة يمكنها استيعاب ٤٣٥ ألف نسمة ، بافتراض كثافة إجمالية ١٥٠ نسمة / فدان ، ويبدو هذا الاقتراح غير واقعى ويصعب تحقيقه تنفيذيا وشعبيا نظرا للجهود والاستثمارات المضاعفة المطلوبة للتخطيط وتوفير وتحسين المرافق والخدمات ، وقد أظهرت نتيجة التقييم أن المناطق الشمالية تحتوى على أفضل إمكانات للامتداد لتوافر المساحات والقرب من توسعات شبكات المرافق . شكل (٥) .

وفى دراسة المخطط العام لمدينة المنصورة عام ١٩٩٤م قدر عدد السكان المتوقع عام ٢٠١٢ بحوالى ٤٦٩ ألف نسمه، وارتكز المخطط العام المقترح للمدينة على تقوية الروابط الإقليمية بين المدينة وإقليمها واستغلال شاطئ النيل فى الاتجاهين . شكل (٦) .

ويشير الوضع الراهن إلى أن حجم سكان الحضر فى الدلتا




شكل رقم ٥ – التخطيط الهيكلى لمدينة طنطا

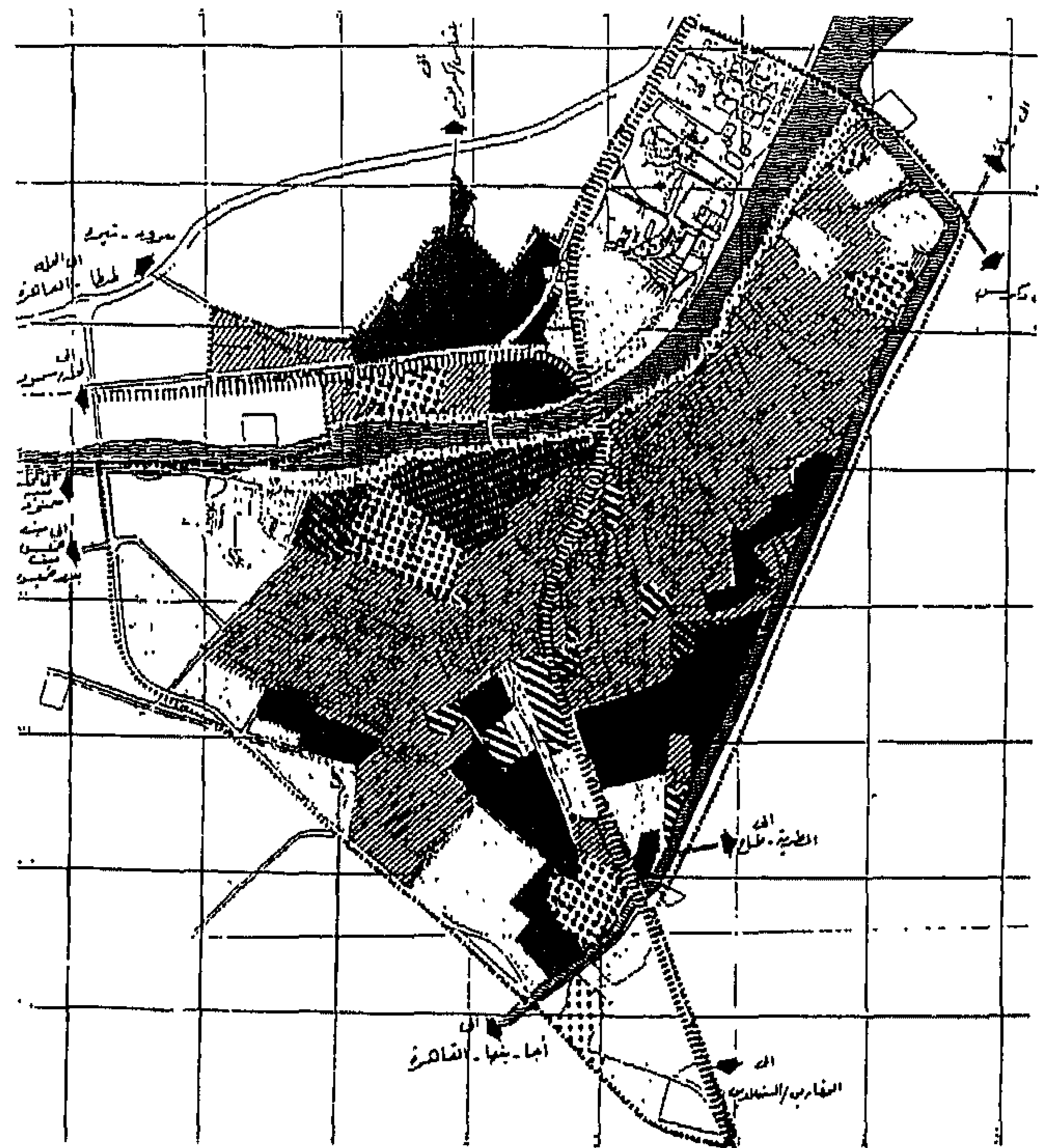
يقدر بحوالى ٦,٥٢٩ مليون نسمة عام ١٩٩٤م بمعدل نمو يبلغ ٢,٣٪ ويفوق معدل النمو المتوقع للدراسة والبالغ ٢,٢٪، كما تنتشر الامتدادات العمرانية على الأراضى الزراعية حول المدن والقرى المجاورة لها نتيجة لغيبة جهود الرقابة والتخطيط العمرانى ، ففى طنطا والمنصورة يتبع النمو العمرانى الحالى الطرق الرئيسية باتجاهات الشرق والجنوب والشمال ولا يزال يوجد خطر يهدد المناطق ذات التربة عالية الجوده .

وتظهر الضرورة الماسة لعدم التركيز وتوطين الأنشطة والصناعة بالمدن الكبرى فى الدلتا ، إلى حد يستوجب معه الإسراع بالتركيز على تنمية مناطق الاستيطان بالأراضى الهامشية شرق وغرب الدلتا واستخدامها لأغراض العمران والتى يمكن أن تتطور لتصبح مراكز للنمو .

### ٦– الوجه القبلى

أوصت استراتيجية السياسة القومية للوجه القبلى بخلخلة

كثافة سكان الحضر فى اتجاه أعالى وادى النيل ، وذلك بتركيز الصناعة وخلق فرص العمل فى ثلاث مراكز إقليمية مختلفه ، بتنمية القاعدة الحضرية لكل من أسوان ، وقنا / نجع حمادى ، وأسيوط فوق أراضى غير زراعيه .



مناطق تنمية حضرية وسياحية
مناطق تطوير عمرانى حضرى
مناطق رفع مستوى عمرانى
مناطق عشوائية يجب تطويرها
مناطق يعاد النظر فى استعمالها
مناطق احلال عمرانى
مناطق تنمية صناعية
اراضى يحافظ عليها

شكل رقم ٦ – استراتيجية التنمية العمرانية لمدينة المنصوره

وترى السياسة أن أسيوط تتمتع بمميزات تجعلها قطبا للتنمية الاجتماعية باعتبارها عاصمة غير رسمية لمناطق الاستيطان فى الوجه القبلى وإمكانياتها للوصول إلى الصحراء الغربيه ، كما ترى فى قطاع قنا / نجع حمادى إمكانيات للنمو تجعله بمثابة نواة للنشاط الصناعى نظرا لإمكانية الوصول منه إلى ميناء سفاجا ومناطق الموارد المعدنية فى كل من البحر الأحمر والصحراء الغربيه ، كما ترى إمكانيات أسوان كمركز خدمى إقليمى وكمركز جنوبى للتنمية يعتمد على استخراج المعادن والصيد (من خلال إدارة محسنة) والسياحة والصناعه .

وفى أوائل الثمانينات بدأت هيئة المجتمعات العمرانية الجديدة فى تخطيط المدن التوائم على الضفة الشرقية للنيل لامتصاص الفائض السكانى للمدن الأم غرب النيل ، وتستوعب مجتمعة نحو ٤٥٥ ألف نسمة وتشمل مدينة بنى سويف الجديده ، ومدينة المنيا الجديدة وتستوعب كل منها ١٢٠ ألف نسمه ، ومدينة أسيوط الجديدة (الصفا) وتستوعب ١١٥ ألف نسمه ، ومدينة سوهاج الجديدة (مدينة أخميم) بالإضافة إلى مدينة أسوان الجديدة والتى تستوعب نحو ١٠٠ ألف نسمه ، وحتى الآن لم يتحقق قدر يعتد به من الإنشاء السكنى إلا فى مدينتى بنى سويف والمنيا ، ولم تبدأ الحياة فى إحداها .

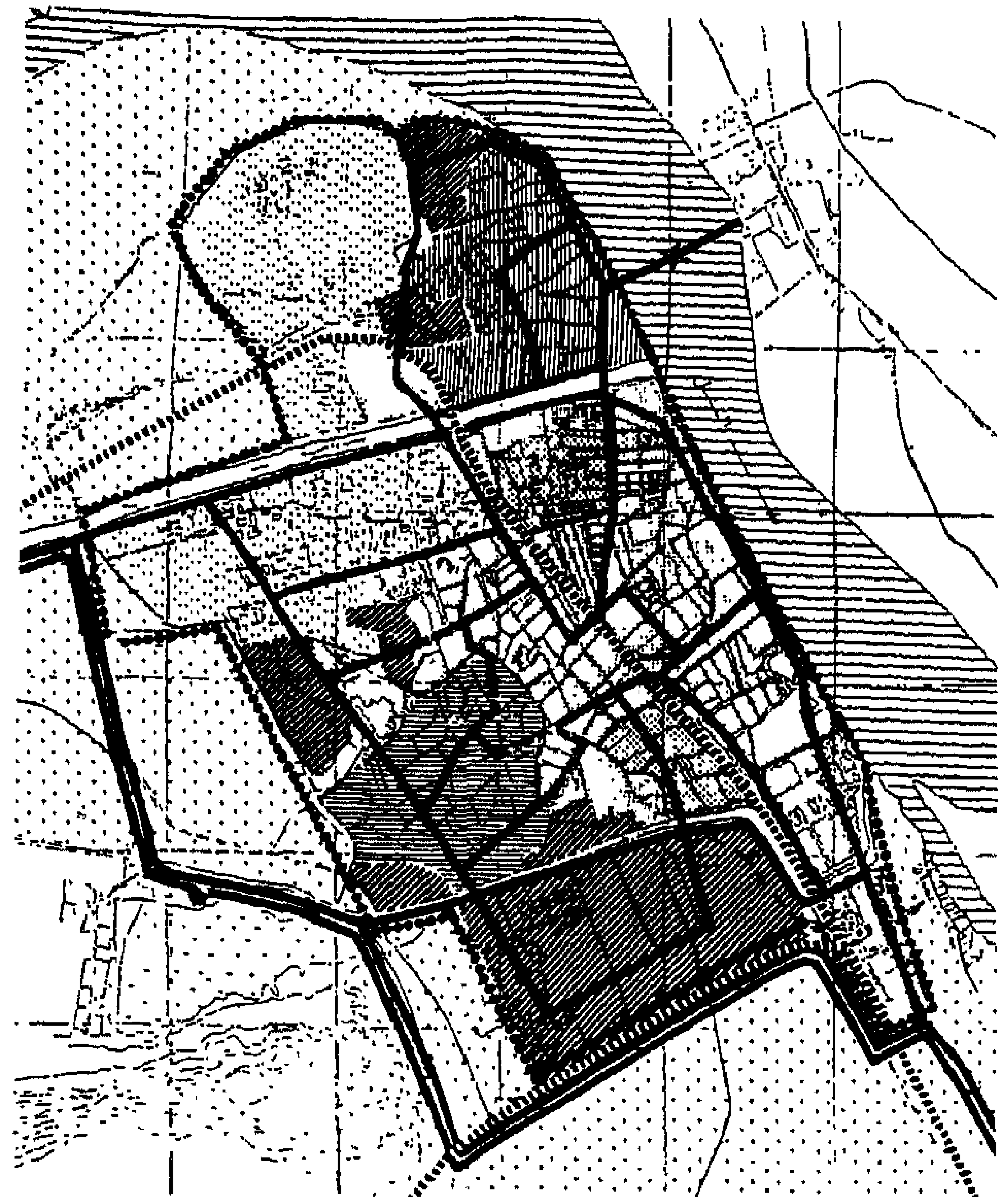
وفى عام ١٩٨٥م قامت الهيئة العامة للتخطيط العمرانى بدراسة التخطيط الهيكلى لمدينة أسيوط ، ويتوقع استمرار تزايد السكان إلى حوالى ٤٨٧ ألف نسمة عام ٢٠٠٥ ، وخلص الإطار العام المقترح للتنمية إلى أنه بتكثيف المناطق ذات الكثافات المنخفضة واستكمال مناطق الامتداد الجديدة على أطرافها يمكن استيعاب الزيادة السكاني المرتقبة حتى عام ١٩٩٧م والمقدرة بنحو ١٫٠٦ ألف نسمه ، واقتراح ثلاث تجمعات عمرانية جنوب وغرب الكتلة العمرانية للمدينة لاستيعاب باقى الزيادة السكانية حتى سنة التخطيط شكل (٧) .

وفى الدراسات الخاصة بالمخطط الهيكلى لمدينة قنا ، تم تحديد الحيز العمرانى لمستقبل الكتلة العمرانية للمدينة والذى يتلافى استخدام الأراضى الزراعية والتجمعات الريفية حولها ، وحدد المخطط العام لمنطقة الامتداد العمرانى للمدينة ( مدينة قنا الجديدة ) لاستيعاب ١٠٨ ألف نسمه .

وانتهت دراسة التنمية الحضرية لمدينة أسوان عام ١٩٩٣م إلى إنشاء مدينة جديدة غرب النيل على مساحة تبلغ ١٢٨٥ فدانا لاستيعاب ٧٠ ألف نسمه ، بهدف تنمية الضفة الغربية لمدينة أسوان والتخفيف من مشاكل المدينة الأم . شكل (٨) .

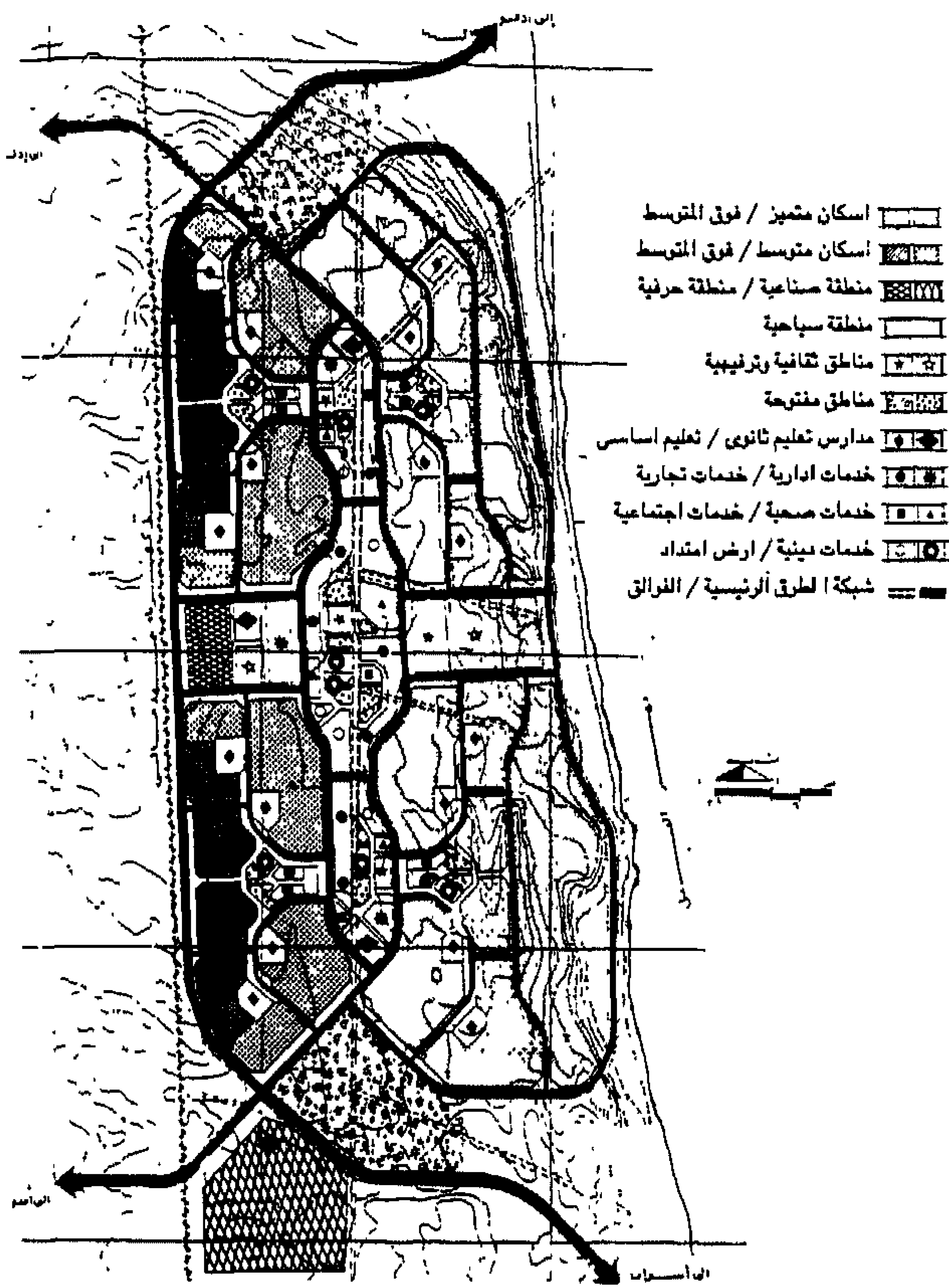
وفى الوضع الراهن نجد فى مدينة أسيوط أن معظم الامتدادات والنمو العمرانى يتجه فى الأراضى الزراعيه ، ويقدر عدد السكان بالمدينة عام ٢٠٠٠ بحوالى ٤٣٠ ألف نسمة على

أساس الانخفاض التدريجى لمعدل الهجرة للمدينة استمرارا لما حدث خلاله فى عام ١٩٧٦ وحتى عام ١٩٩٠ ، بينما اقترحت دراسة السياسة القومية للتنمية الحضرية معدل نمو سكانى أعلى من ٤٪ سنويا واقترحت أن يبلغ عدد سكان المدينة من ٥٥٠ - ٦٠٠ ألف نسمة عام ٢٠٠٠ .




شكل رقم ٧ - التخطيط الهيكلى لمدينة أسيوط

وفى قنا ونجع حمادى تتم التنمية الحضرية بشكل عشوائى على طول الطرق الرئيسية للنقل وعلى محيط المناطق المبنية مما يسبب خسائر فى الأراضى النادرة ويتم ذلك بالرغم من وجود فرص للتنمية فى الصحراء ، وقد بلغت معدلات النمو السنوى للسكان فى قنا ٢,٤٪ ، وفى نجع حمادى ٣,٧٪ وانخفضت فى هذا عن توقعات السياسة القومية والتى تراوحت فى الأولى بين ٢,٦ - ٣,٧٪ وفى الثانية من ٨,٨ - ٩,٥٪ .




شكل رقم ٨ - المخطط العام لمدينة اسوان الجديدة

وفى أسوان تنتشر الإمدادات العشوائية على الحد الشرقى والجنوبى للمدينة ، وتعانى أغلب هذه المناطق من نقص حاد فى المرافق والبنية الأساسية وعدم كفاءة الخدمات ، وبلغ عدد سكان المدينة عام ١٩٩٠ حوالى ٢١٢ ألف نسمة بمعدل زيادة سكانية ٢,٨٪ سنويا فى حين ارتفعت توقعات السياسة القومية إلى ما بين ٤,٣ - ٤,٩٪ سنويا .

وبصفة عامة لم تتطرق الاستراتيجية المفضلة للسياسة إلى شمال الوادى ، والتى تتيح بعض عواصمه مزايا اقتصادية وموقعيه لتشجيع النمو ، والتى يمكنها أن تدفع عملية التنمية فى أقاليمها .

### ٧- المناطق النائيه

ترى السياسة القومية للتنمية الحضرية أن المناطق النائية لن تلعب دورا رئيسيا فى استيعاب العدد المتوقع من سكان الحضر حتى عام ٢٠٠٠ ، ففرص التنمية محدوده ، والموارد الطبيعية نادره ، كما أن تكاليف الاستثمارات مرتفعة عن

مثيلاتها فى المناطق الأخرى ، وتتوقع الدراسة أن يبلغ حجم سكان الحضر المتوقع نحو ٤٠٠ ألف نسمه ، ويستند هذا التقرير إلى افتراض إقامة مشروعات لها صفة النمو الذاتى وكذا إلى تقديرات محددة لتكاليف التنمية بهذه المناطق .

وقد توصلت دراسات التخطيط الإقليمى الجارية لسيناء والساحل الشمالى الغربى والبحر الأحمر والصحراء الغربية إلى اقتراح زيادات كبيرة فى عدد سكان تلك المناطق تصل إلى أكثر من ٣ مليون نسمة سنة ٢٠١٠ .

ففى سيناء والتى بلغ عدد سكانها ٢٧٧ ألف نسمة عام ١٩٩٤م ، وبدئ فى تنفيذ المشروع القومى للتنمية ٩٤-٢٠١٧م ، ويستهدف المشروع فى مجالات التنمية القطاعية تدعيم الإنتاج الزراعى وزيادة الرقعة الزراعية بمقدار ٧٧٢ الف فدان ، وتدعيم الصناعة واستخدام الموارد المتاحة بالاهتمام بالسياحة العالمية والوطنيه ، وتنمية الهيكل العمرانى الحالى ، بالإضافة إلى إنشاء مدن صناعية ومناطق حرة مخططة يتضمن كل منها تجمع عمرانى يستوعب ١٠٠ - ٢٠٠ ألف من السكان مع تطوير القرى لتصبح مراكز للتنمية الريفيه ، وبصفة عامة يتوقع أن يصل إجمالى سكان سيناء إلى حوالى ٣,٢ مليون نسمة عام ٢٠١٧م .

ونرى فى المناطق النائية أنها مراكز هامة للتنمية القومية لتحقيق التوازن السكانى فى مصر ، تعتمد تنميتها على رفع كفاءة شبكات البنية الأساسية وتقوية عناصر الربط والاتصال بينها وكل من الوادى والدلتا ، ويمكن إعداد وتدعيم مدنها لتكون مراكز رئيسية للجذب الحضرى .

## أهمية تحقيق التوازن السكانى والمكانى

تشير نتائج دراسة السياسة القومية للتنمية الحضرية أنها اعتمدت فى جوهرها على توزيع النسبة الغالبة من الزيادة السكانية فى مراكز العمرانية الحالية والمناطق المتاخمة لها دون تغير يذكر فى نمط التوزيع السكانى ، والذى يجب أن يستهدف تغيير اتجاه النمط الحالى للاستقطاب العمرانى بتحريك السكان إلى مناطق التنمية خارج الوادى والدلتا وفى علاقة تكاملية معه .

وتكشف دراسة وتحليل الوضع العمرانى الحالى ، أنه بالرغم من تكدس الأنشطة والخدمات والهياكل الأساسية فى المراكز الحضرية الكبرى إلا أنها لا تكفى احتياجات الأعداد المتزايدة من السكان ، فقد ترتب على زيادة النمو الحضرى السريع وتركيز السكان تضخم حجم المدن ، مما كان له الأثر فى ظهور المشكلات الاقتصادية والاجتماعية والبيئيه ، وأهمها استخدام مساحات من الأراضى الزراعية لأغراض العمران ، حيث زادت الإمدادات العشوائية خارج حدودها والتى تتم خروجا على أى قواعد تشريعية أو تخطيطيه ، وانتشار الأحياء المتخلفة وما يصاحبها من الافتقار إلى مرافق الخدمات الأساسيه ، وتدهور فى مستوى البيئة وزيادة درجة التلوث البيئى .

كما أن انتشار معظم التجمعات العمرانية القائمة فى الوادى والدلتا داخل حدود الأراضى الزراعيه ، وزحف النمو العمرانى على هذه الأراضى ، يستوجب البحث عن مناطق جديدة غير زراعية تلبى احتياجات النمو العمرانى للتجمعات القائمه .

من هنا كان من الضرورى إعادة النظر فى الهيكل العمرانى المصرى بهدف إعادة توزيع السكان ، وتأتى أهمية إعادة التوازنات بين السكان والأرض وتحديد الحجم الأمثل للسكان الذى يمكن أن يستوعبهم كل إقليم وخلق مناطق جذب جديده ، وتنمية الأقاليم المتخلفة فى إطار السياسة العامة للدولة فى كافة المجالات ، وأصبح الأخذ بأسلوب التخطيط الشامل على مستوياته القومى والإقليمى والمحلى ضرورة لا تحتمل التأخير.

## الاستراتيجية والسياسات المقترحه

تتمثل الملامح العامة للاستراتيجية المقترحة فى الآتى :

- تغيير الاتجاه الحالى لنمط الاستقطاب العمرانى فى الدلتا والوادى ، بتنمية واستثمار الإمكانيات فى الأراضى المتاخمة التى تضم الإمكانيات الطبيعية والموارد الاقتصاديه ، والمساحات المتاحة للاستغلال الزراعى والتوسع الصناعى والسياحى بمحاور التنمية الرئيسيه ، وتشمل الساحل الشمالى وساحل البحر الأحمر والوادى الجديد ومنطقة بحيرة السد ومنطقة سيناء ، والتى تعتبر السبيل فى خلق منافذ لاستيعاب الزيادة السكانيه . شكل (٩) .

- تحريك السكان إلى خارج الوادى والدلتا فى اتجاه المسطح

الممكن تعميره بمناطق التنميه ، وإعادة توزيعهم بين المناطق العمرانية فى إطار الموارد الكامنة والقدرة الاستيعابية لكل إقليم بقصد خلق توازن بين السكان والأرض ، وما يترتب عليه من تحقيق التوازن فى النسق العمرانى .

وتتحدد السياسات العامة المصاحبة فى الآتى :

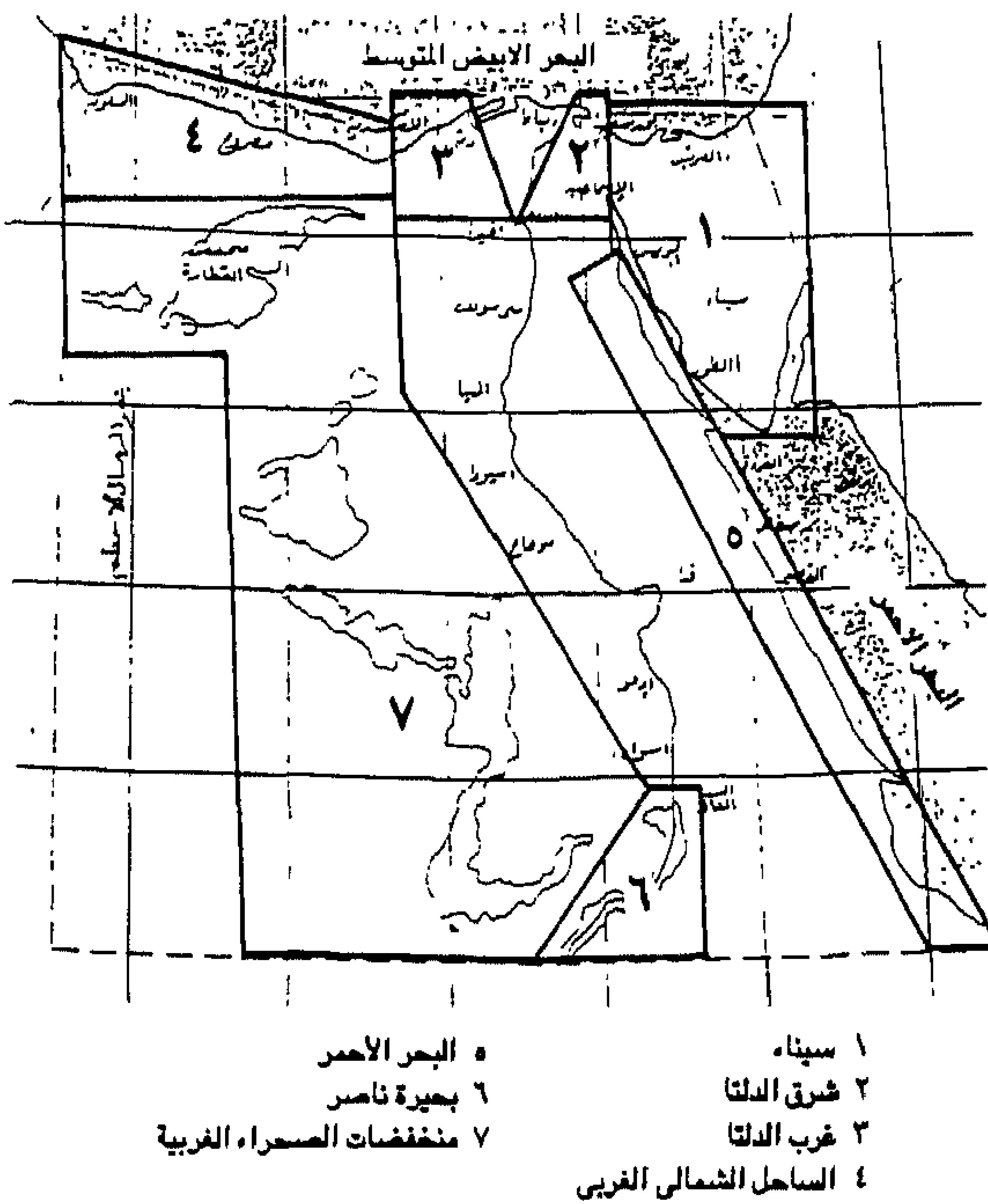
١- تنمية مناطق يمكن اختيارها كأقطاب نمو بمحاور التنمية :

- منطقة قناة السويس ، ومناطق الغردقة وسفاجا والقصير من ساحل البحر الأحمر ، ويتركز تعميرها على الاستغلال السياحى واستغلال الثروة المائية والتوقعات البتروليه .
- مناطق الساحل الشمالى الغربى والعامرية ومريوط وشمال الدلتا وسهل الصالحية وقطاع العريش على الساحل الشمالى ، وتعتمد على تنمية القطاعات الفرعية المتمثلة فى السياحة الداخلية وتدعيم وتنمية الأنشطة الزراعية المتاحة وتوطين الأنشطة الصناعيه .
- مناطق الوادى الجديد وبحيرة السد العالى وسيناء وتتضمن تنمية الأنشطة الزراعية واستغلال الموارد والإمكانيات الذاتية الطبيعيه .

٢- إعادة تخطيط وتنمية التجمعات العمرانية القائمة من مدن وقرى ، من حيث وظيفتها وإمكانياتها وأهميتها وقدرتها الاستيعابية حسب الخطة الإقليمية وفى إطار السياسة العامة للخطة القوميه ، بما يحقق أفضل استخدام عمرانى وتحسين بيئتها المحلية وتحديد دورها وحجمها وإمكانيات توسعاتها العمرانية داخل حدودها ، بما يتفق ومساحتها ومواردها وفرص العمل المقترحة والممكنه ، وبما يحقق إعادة التوازن بين أحجامها .

٣- التركيز على دفع عجلة التنمية بالمدن الجديدة الواقعة على الأراضى الصحراوية المتاخمة للوادى وحول الدلتا ، واستثمار الإمكانيات القائمة فى بعضها والمتمثلة فى القاعدة الاقتصادية وشبكات البنية الأساسية والإسكان ، مما يجعل منها مناطق أكثر جذبا ، وذلك بمنح الامتيازات المناسبة والحوافز المشجعة للإقبال عليها والاهتمام بسياسات التصرف فى أراضيها ، والتنسيق والربط على المستوى الإقليمى مع المراكز العمرانية القائمة والمتاخمة لمواقعها .

٤- التركيز على استثمار الإمكانيات القائمة فى المدن الهامشية الواقعة فى نطاق صحراوى أو قريبة منه ، والتى تتوافر فيها المقومات الأساسية لإحداث عمليات التنمية الاقتصادية والاجتماعية والعمرانيه ، والمتمثلة فى محافظات الشرقية والدقهلية والبحيره ، وفى مصر الوسطى والعليا على الضفة الشرقية لنهر النيل فى بنى سويف والمنيا وأسيوط وسوهاج وقنا وأسوان ، والتى بدأ فيها من خلال المدن الجديدة والتى تقع فى هذا النطاق (المدن التوأم) .




شكل رقم ٩ – مناطق التنمية الرئيسية فى مصر

## الخلاصة :

يتضح من البحث تبنى السياسة القومية للتنمية الحضرية لاستراتيجية ترمى إلى زيادة التركيز السكانى فى القاهرة والإسكندريه ، مع رفع النمو العمرانى فى بعض عواصم المحافظات مثل طنطا والمنصورة والتى تقع فى إطار يتعارض مع هدف الحفاظ على الأراضى الزراعيه ، خلافا للمدن المختارة للتركيز على النمو فى مدن السويس والاسماعيلية وبور سعيد

فى منطقة القناة ، بالإضافة إلى مدن أسيوط وقنا ونجع حمادى وأسوان فى الوجه القبلى ، والتى تتطلب خلق حوافز لتشجيع النمو الاقتصادى ودعم زياداتها السكانية خلال فترة التخطيط ، مما يشير إلى استمرارية النمط الحالى للاستقطاب العمرانى فى الدلتا والوادى ، والواقع الغير متزن لتوزيع السكان على المساحة المعمورة والمسطح المصرى .

وأوضح البحث أن مدى الاستفادة من المخططات العمرانية التى يتم إعدادها محدود ، باستثناء القاهرة التى يتم فيها تنفيذ بعض مشروعات الإسكان والنقل والمواصلات لتخفيف حدة مشاكلها ، كما يتضح استمرارية انخفاض الأوضاع العمرانية الحضارية فى التجمعات المختاره .

وعليه أصبح من الضرورى تغيير اتجاه النمط الحالى للاستقطاب العمرانى بالدلتا والوادى ، ذلك بالتركيز على تنمية وتطوير المناطق الجديدة التى تتوافر فيها بعض الموارد الاقتصادية لتصبح أقطاب للنمو ، تخفف من ضغط الهجرة المستمرة إلى إقليمى القاهرة والإسكندريه ، وتساعد على توسيع قاعدة حركة السكان والأنشطة للخروج من القاهرة والإسكندريه ، وتساعد على توسيع قاعدة حركة السكان والأنشطة للخروج من نقطة التمركز الحاليه .

كما يستلزم الأمر المبادرة بإعادة تخطيط وتنمية التجمعات العمرانية القائمه ، وإعادة التوازن بين أحجامها وتقسيمها فى إطار دراسة تفصيلية حسب المتطلبات الإقليميه ، على أن يتوفر بكل إقليم قاعدة حضارية اقتصادية فعالة فى إطار سياسات التخطيط القومى ، والتى تختص برسم السياسة العامة لعمليات التنمية العمرانية والاجتماعية والاقتصادية وإعادة توزيع السكان على الأقاليم ، بهدف تخفيف الضغط على الوادى والدلتا وخلق محاور للتنميه ، مع مراعاة :

- الأخذ بأسلوب التخطيط على مستوياته ، ففى إطار السياسة القومية تعد تخطيطات شاملة عمرانيا واجتماعيا واقتصاديا للأقاليم التخطيطيه ، تحدد المراكز الحضرية التى يسمح لها بالنمو ، وتنظم حركة العمران داخل الأقاليم عن طريق خلق مناطق جذب حضارية جديدة تساعد على الحد من الهجرة إلى المدن الكبرى .
- تحقيق الاستراتيجية المنشودة يتم من خلال مراحل متدرجة متناسقة فى إطار خطط قومية لجميع قطاعات الدوله ، وتحت إشراف جهاز قومى علمى وما يتبعه من أجهزة تخطيطية لمتابعة التنفيذ وتحقيق الأهداف .
- تكون الأولويات فى عمليات التنمية خارج الوادى والدلتا فى الأراضى الصحراوية الملاصقة للأراضى الزراعيه ، وللمدن التوائم فى الوادى ، ومدن قناة السويس وبحيرة السد العالى، ومنخفض القطاره .
- عدم إنشاء المشروعات والوظائف الصناعية الجديدة فى المدن الكبرى ، مقابل تقوية القاعدة الاقتصادية بالمناطق الجديده ، بالإضافة إلى وضع سياسة عامة تعيد توزيع أجهزة الدولة ومرافقها ومؤسساتها على المدن العواصم ومناطق التنمية الرئيسية بحسب خطة مدروسة موقوته ، مما يساعد على تحريك السكان وإعادة توزيعهم .
- حماية الأراضى الزراعيه ، بالجدية فى تنفيذ القوانين والتشريعات لحماية ومتابعة الالتزام بالتشريعات المنظمة للعمران وتحديثها حتى يمكن تطبيقها لتصحيح النمو غير المخطط للتجمعات العمرانية القائمه .

جدول رقم ٢- المقترحات السكانية للمدن فى دراسة السياسة القومية للتنمية الحضرية والمخططات الرئيسيه ، والوضع الراهن .

| المدن | عدد السكان ١٩٧٦م | عدد السكان المقترح بالسياسة القومية ٢٠٠٠م | معدل النمو السنوى ٪ | عدد السكان بالمخططات الرئيسية المعدة | عدد السكان ١٩٨٦ م | معدل النمو السنوى ٪ ٧٦- ٨٦ | عدد السكان المتوقع ٢٠٠٠م |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| السويس | ١٩٠,٢ | ٧٥٠-٨٥٠ | ٥,٨-٦,٤ | ٩٨٨ | ٣٢٦,٨ | ٥,٦ | ٧٠٠,٠ |
| الاسماعيلية | ١٤٧,٠ | ٤٠٠-٥٠٠ | ٣,١-٤,١ | ٥٦٠ | ٨٢١٢,٦ | ٣,٧ | ٣٥٣,٦ |
| بور سعيد | ٢٦٢,٦ | ٥٥٠-٦٥٠ | ٣,١-٣,٨ | ٧٥٠ | ٣٩٩ | ٤,٣ | ٧٢٠,٨ |
| طنطا | ٢٨٥,٠ | ٥٧٥ | ٢,٩٦ | ٤٥٠ | ٣٣٤,٥ | ١,٦ | ٤١٧,٠ |
| المنصورة | ٢٥٩,٠ | ٥٥٠ | ٣,١٨ | ٤٦٩ | ٣١٦,٨ | ٢,٠ | ٤١٨,٠ |
| اسيوط | ٢١٣,٩ | ٥٥٠-٦٠٠ | ٤,١-٤,٤ | ٤٩٧ | ٢٧٣,٢ | ٢,٥ | ٣٨٦,٠ |
| نجع حمادى | ١٩,٨ | ١٥٠-١٧٥ | ٨,٨-٩,٥ | - | ٢٨,٥ | ٣,٧ | ٤٧,٤ |
| قنا | ٩٣,٨ | ١٧٥-٢٢٥ | ٢,٦-٣,٧ | ٢٣٠ | ١١٩,٨ | ٢,٤ | ١٦٧,٠ |
| أسوان | ١٤٤,٤ | ٤٠٠-٤٥٠ | ٤,٣-٤,٩ | ٢٨٠ | ١٩١,٥ | ٢,٨ | ٢٨٢,٠ |

جدول رقم ٣- توزيع سكان الحضر المتوقع فى السياسة القومية للتنمية الحضرية والوضع الحالى عام ١٩٩٤م

| منطقة الاستيطان | تعداد ١٩٧٦ بالألف نسمة | السياسة القومية للتنمية الحضرية | | الوضع الراهن | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | التعداد المتوقع لسكان الحضر ٢٠٠٠ | معدل النمو المتوقع ٨٥ - ٢٠٠٠ | تعداد سكان الحضر ١٩٩٤ بالألف | معدل النمو السنوى ٨٦-١٩٩٤ |
| إقليم القاهرة | ٦٨٤٣ | ١٦٥٠٠ | ٣,٦٠ | ١١٨٠٠ | ٣,٩ |
| إقليم الإسكندرية | ٢٣١٩ | ٥٥٠٠ | ٤,٠٣ | ٣٣٨٢ | ١,٩ |
| القناة | ٦٣٠ | ٢٠٨٩ | ٤,٤٨ | ١١٧٧ | ٢,٩ |
| الدلتا | ٣٦٦٨ | ٦٩٥٢ | ٢,٢٣ | ٦٥٢٩ | ٢,٣ |
| شمال الوجه القبلى | ٩٨٣ | ١٨٢١ | ٢,٥٣ | ١٥٧٩ | ٢,٨ |
| جنوب الوجه القبلى | ١٤٨٨ | ٣٧١٨ | ٣,٦٩ | ٢٦٢٢ | ٣,٥ |
| المناطق النائية | ١٥١,٨ | ٤٠٠ | ٣,١٦ | ٣٩٦ | ٢,٣ |
| الإجمالى | ١٦٠٨٢ | ٣٧٠٠٠ | ٣,٣٧ | ٢٧٤٨٥ | ٣,٩ |

## المراجع :


- بادكو انك بالاشتراك مع جماعة المهندسين الاستشاريين - دراسة السياسة القومية للتنمية الحضرية - التقرير النهائى ١٩٨٢م .
- الهيئة العامة للتخطيط العمرانى - "إقليم القاهرة الكبرى" - تخطيط التنمية الحضرية حتى عام ٢٠٠٠ - الملخص التنفيذى للتخطيط الهيكلى .
- وزارة التعمير والمجتمعات العمرانية الجديدة - " التعمير والمجتمعات العمرانية الجديدة والإسكان والمرافق فى مصر عام ١٩٩٣م "
- الجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء - " التعداد العام للسكان والإسكان والمنشآت " - القاهرة ١٩٨٦م .
- جامعة الإسكندرية - " التخطيط الشامل لمحافظة الإسكندرية عام ٢٠٠٥ " - الإسكندرية ١٩٨٤م .
- شعبة التخطيط العمرانى - ندوة كفاءة إدارة المدن الكبرى - مجلة جمعية المهندسين - العدد الأول ١٩٨٧م .
- معهد التخطيط القومى - ندوة التوسع الحضرى - التجمعات العمرانية الجديدة حول القاهرة - القاهرة ١٩٨٨م .
- الهيئة العامة للتخطيط العمرانى - المؤتمر القومى للمشكلة السكانية - " خريطة مصر السكانية " .
- الهيئة العامة للتخطيط العمرانى - " التخطيط الهيكلى لمدينة طنطا " .
- الهيئة العامة للتخطيط العمرانى - " التخطيط العام لمدينتى المنصورة وطلخا " .
- الهيئة العامة للتخطيط العمرانى باشتراك الوكالة الألمانية للتعاون الفنى - " التخطيط الهيكلى لمدينة أسيوط حتى عام ٢٠٠٥ " .
- الهيئة العامة للتخطيط العمرانى - التخطيط العام لمدينة أسوان الجديدة - التقرير الثانى - مايو ١٩٩٣م.

***REFERENCES***

1. *El-Hisse, M. and M. Fournier (1988), Fruits Solar Dryer Modelling, Emergex 88, Libya, 8, 1-11.*

2. *Ben Mabrouk, S., S. Azzouz and A. Belghith (1990), Development of Drying of Agricultural Products. Proceedings of the 1st World Renewable Energy Congress, Reading, UK, 958-963.*

3. *ASHRAE (1985), Handbook of Fundamentals, Atlanta.*

4. *Garg, H.B. and S. Sharma (1990), Mathematical Modelling and Experimental Evaluation of a Natural Convection Solar Dryer. Proceedings of the 1st World Renewable Energy Congress, Reading, UK, 904-908.*

5. *Lof, G.O.G. and R.W. Hawley (1948), Unsteady State Transfer between Air and Loose Solids. Ind. Eng. Ch., 40, 1061-1070.*

6. *V.S. Patankar, V.S. (1980), Numerical Heat Transfer and Fluid Flow. McGraw-Hill Book Company.*

7. *Khattab, N.M.(1995), Optimization of the Drying Process in a Batch Dryer. Journal of the Egyptian Society of Engineers, Vol. 34, No. 2, 35-41.*

8. *Khattab, N.M. (1995), Evaluation of All Year Round Agricultural Solar Dryer, Proceedings of El-Azhar Engineering Fourth International Conference, Cairo, Egypt.*

dryer as well as drying time and energy consumed for drying each fruit are calculated and shown in Table 5. Although the loading of the constant area dryer is higher as its volume is bigger and drying time is shorter than 80 dryer, yet the energy needed to dry one kg of wet product is higher in the first case as it clearly appears in Table 5. About 23% saving in energy is obtained when using the 80 dryer besides 12.5% saving in materials when using this dryer.

Table 5 - Comparison between constant area dryer and 80 dryer

| Dryer | Constant area dryer | | | 80 dryer | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Fruits | Figs | Apricots | Prunes | Figs | Apricots | Prunes |
| Wet product, kg. | 45.38 | 41.50 | 40.50 | 38.90 | 34.90 | 34.00 |
| Drying time, hrs. | 4.91 | 10.68 | 11.60 | 12.90 | 29.60 | 34.60 |
| Energy needed, kWh | 257.80 | 607.40 | 710.50 | 169.30 | 388.50 | 454.00 |
| Energy needed for drying 1 kg of wet product, kWh | 5.68 | 14.63 | 17.54 | 4.35 | 11.13 | 13.35 |
| Percentage saving in energy/kg | | | | 23.4% | 23.8% | 23.1% |

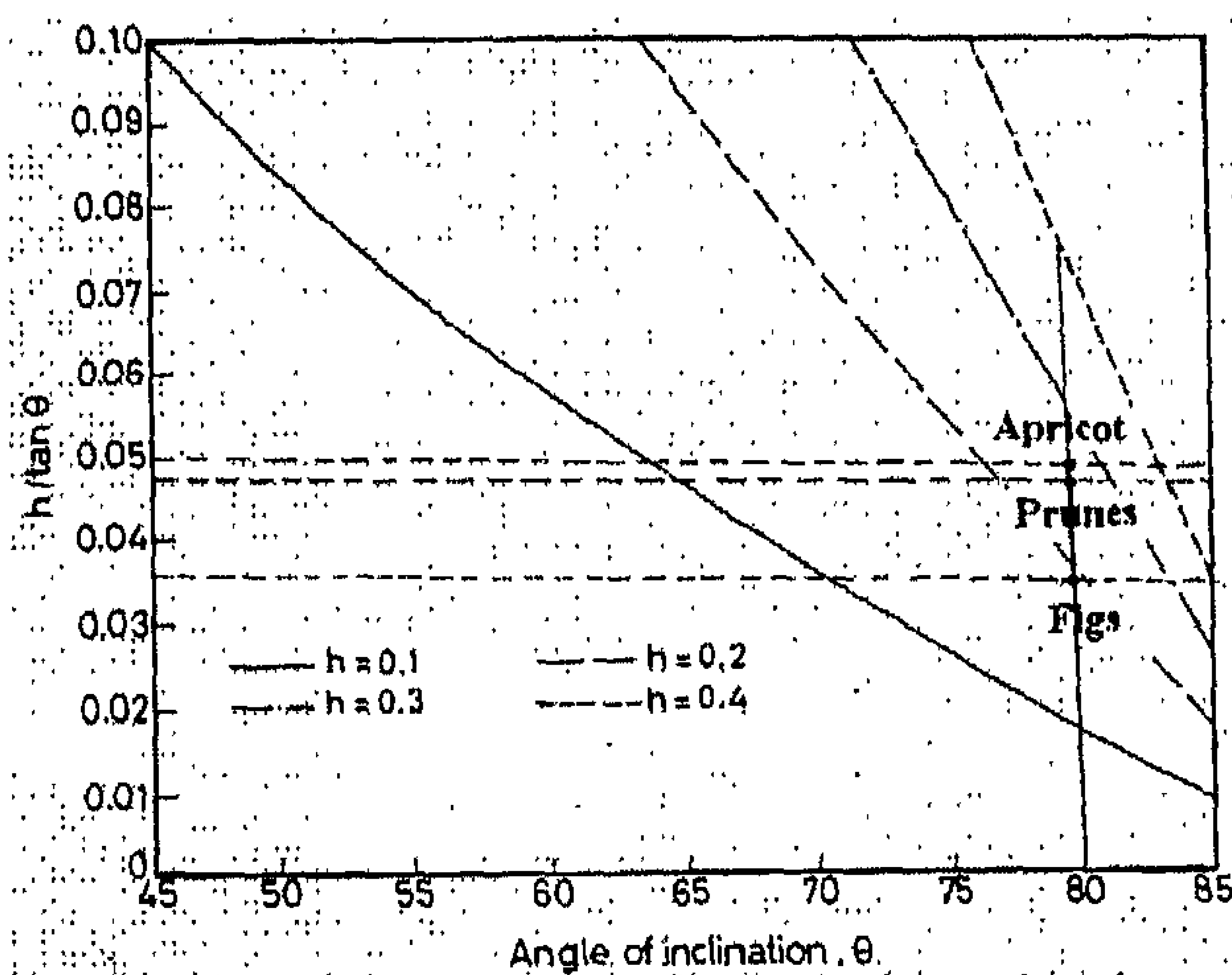



Fig.6 -Design curve, angle of inclination θ versus h/tan θ.

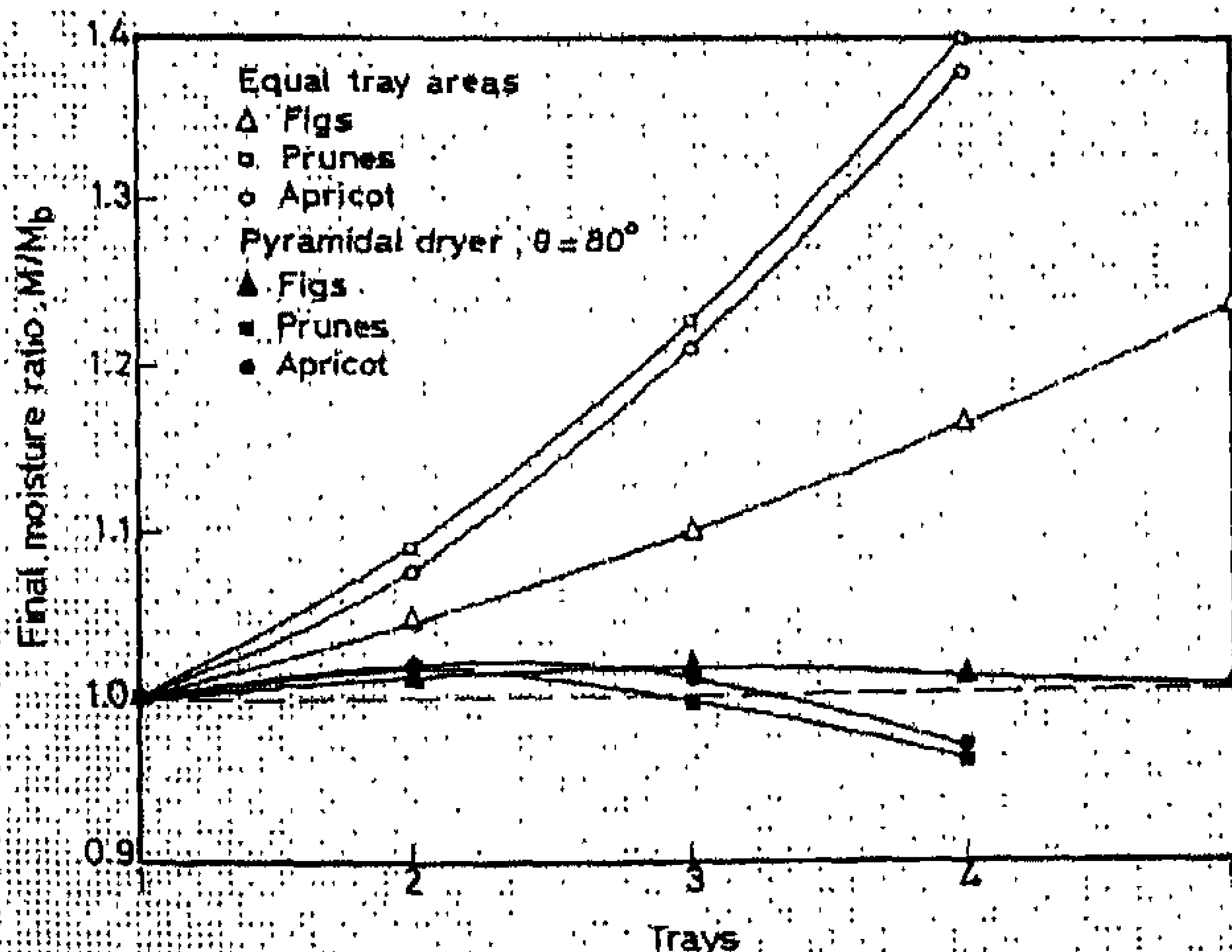



Fig.7 -Final moisture ratio of Figs, Prunes, and Apricots for different trays. 1- Equal tray areas 2- Pyramidal dryer, θ = 80°.

## CONCLUSION

A multi-tray dryer design based on uniform drying rate of product is proposed. The drying rate is controlled by varying the cross-sectional area of the dryer and hence tray areas as it goes up. These areas are obtained through the solution of transient equations governing heat and mass transfer for air and product inside the dryer. The corresponding design parameters of the dryer are correlated to those areas through the inclination of the dryer walls θ and the distance between trays h. This correlation leads to a dryer of irregular shape. In order to have an easy-to- construct dryer, a regular shape dryer is proposed by averaging the values of θ and h and consider them constant for all trays. So a pyramidal dryer characterized by a constant value of h/tan θ is found to be suitable for a specific product. Consequently, a dryer used for many kinds of products could be designed once the values of h/tan θ are determined for these products with the aid of the design curve. This dryer does not only produce good quality dried fruits, but also realizes more savings in consumed energy and material than a constant area dryer.

## NOMENCLATURE

| | |
|---|---|
| $A_b$ | Dryer base area, m$^2$ |
| $A_t$ | Tray area, m$^2$ |
| $C_a$ | Specific heat of air, kj/kg.K |
| $C_d$ | Specific heat of dryer material, kj/kg.K |
| $C_p$ | Specific heat of product, kj/kg.K |
| $C_w$ | Specific heat of water, kj/kg K |
| $D_p$ | Fruit diameter, m |
| G | Mass flow rate.kg/s |
| h | Distance between trays, m |
| $h_v$ | Heat transfer coefficient between air and product, W/m$^3$.K |
| $k_a$ | Thermal conductivity of air, W/m.K |
| L | Latent heat of evaporation, kj/kg |
| M | Average moisture content (d.b), kg water/kg dry matter |
| $M_e$ | Equilibrium moisture content |
| $t_a$ | Air temperature, °C |
| $t_p$ | Product temperature, °C |
| $v_a$ | Air velocity, m/s |
| $W_a$ | Specific humidity of air, kg water/kg dry air |

**Greek Letters:**

| | |
|---|---|
| $\varepsilon$ | Void fraction of air |
| $\varepsilon p$ | Volume ratio of product |
| $\theta$ | Angle of inclination of the dryer walls |
| $\rho_a$ | Air density, kg/m$^3$ |
| $\rho_d$ | Dryer material density, kg/m$^3$ |
| $\rho_p$ | Product density, kg/m$^3$ |
| $\tau$ | Time, s |
| $\mu$ | Viscosity of air, kg/m.s |
| $\sigma$: | Schmidt number |

Table 3 -Angle of wall inclination for equal tray distance

| h | θ1 | θ2 | θ3 | θ4 | θ average | h/tan θ average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| h = 0.1 | 65.06 | 70.45 | 72.77 | 77.04 | 71.33 | 0.0339 |
| h = 0.2 | 76.90 | 79.93 | 81.18 | 83.44 | 80.36 | 0.0339 |
| h = 0.3 | 81.19 | 83.25 | 84.10 | 85.61 | 83.53 | 0.0340 |
| h = 0.4 | 83.37 | 84.92 | 85.56 | 86.70 | 85.14 | 0.0340 |

Table 4 -Distance between trays for equal angle of wall inclination

| | $h_1$ | $h_2$ | $h_3$ | $h_4$ | $h_{average}$ | $h_{average}$ /tan θ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| θ = 65 | 0.099 | 0.0760 | 0.0660 | 0.049 | 0.0727 | 0.03397 |
| θ = 70 | 0.128 | 0.0975 | 0.0850 | 0.063 | 0.0930 | 0.03396 |
| θ = 75 | 0.174 | 0.1320 | 0.1157 | 0.086 | 0.1270 | 0.03392 |
| θ = 80 | 0.263 | 0.2010 | 0.1760 | 0.130 | 0.1930 | 0.03394 |
| θ = 85 | 0.531 | 0.4050 | 0.3590 | 0.263 | 0.3880 | 0.03394 |

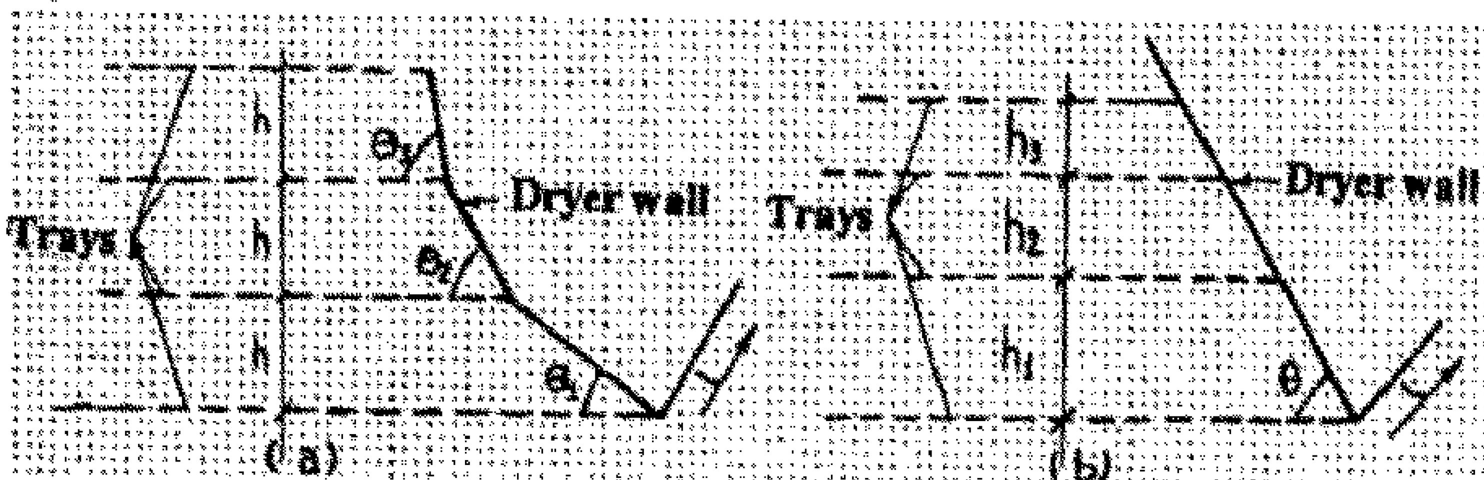



Fig.4 -Dryer configuration.

In order to simplify the manufacturing of the dryer, the following two assumptions may be used:

For case (1), a wall of constant inclination q equals the average value of the obtained angles in Table 3 for all trays are used, while keeping the distance between trays constant.

For case (2) an average value of the distances between trays for all trays in Table 4 is used, while keeping the angle of inclination of the walls constant. The maximum percent of non uniformity of products obtained from approximation is about 2.25 to 2.75% in the two cases. The low values of non-uniformity in both cases show that average values of either q and h could be used successfully in designing the dryer. This approximation leads to dryer of pyramidal shape characterized by a constant value of h/tan θ. So a number of compatible dryers with different values of h and 0 could be used for the same product.

### *Experimental verification*

Keeping the necessary condition for Figs uniformity (h/tan θ = 0.034), a well insulated dryer of pyramidal shape with 80 angle of inclination, 0.2 m distance between trays and base area = 1 × 1 m² was fabricated. Air is heated by electric heaters and its temperature is electrically controlled. Electric fan was used to draw the air; its humidity is controlled by forcing it to flow through wet material. Number of trays and loading of each tray are obtained from the simulation results for the air conditions in Table 1, used in the experiment. The experimental results concerning moisture content variation during drying for each tray are found to be in good agreement with the analytical calculations, Fig.5.

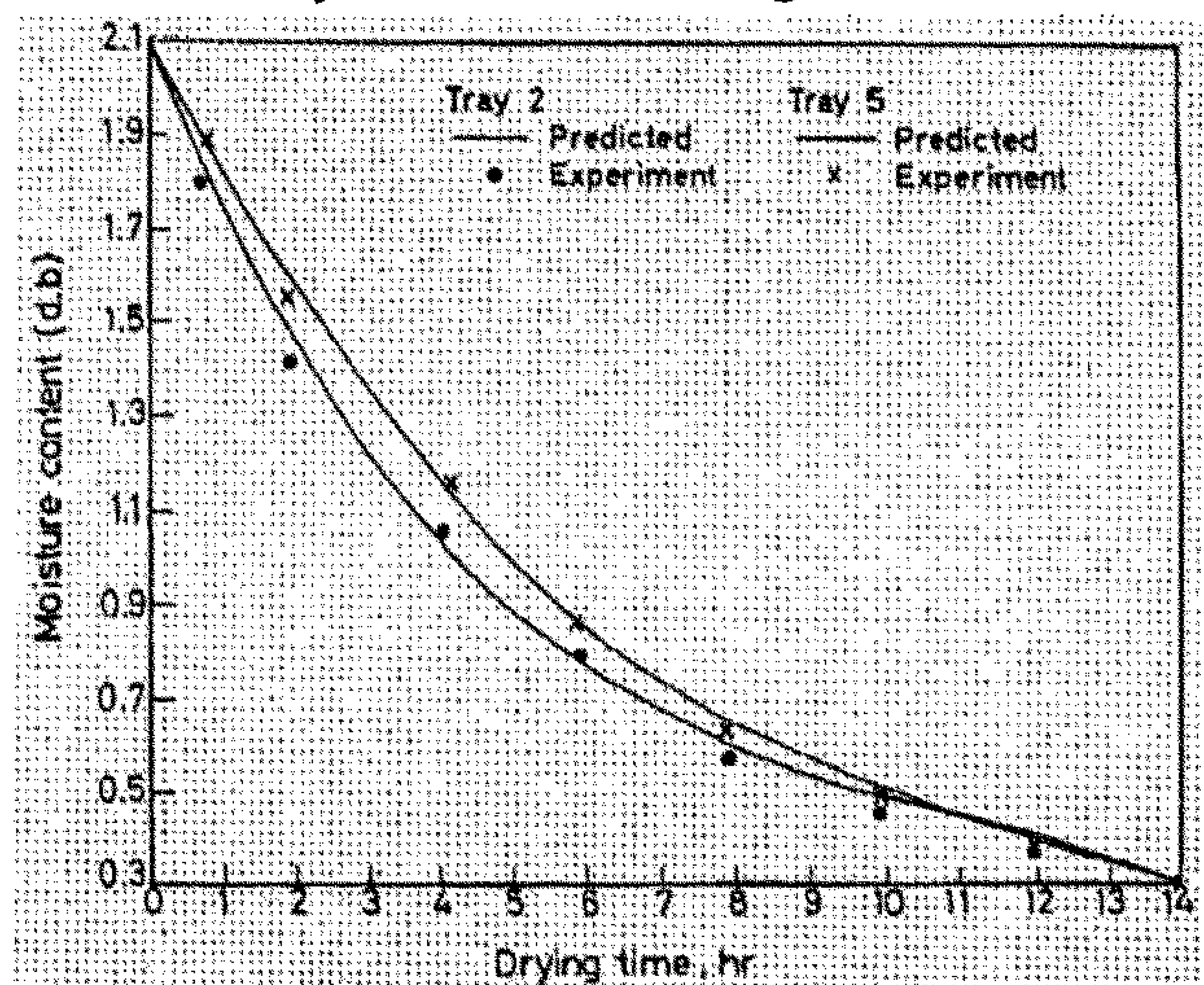



Fig.5 -Variation of moisture content of Figs for different trays during drying.

### *General fruit dryer*

The above procedures lead to design a dryer suitable for drying only one kind of fruit. However, it is more practical to construct a dryer of common agricultural use. Following the same procedures the approximate value of the design parameter h/tan θ for Prunes and Apricots obtained by using their drying constants k is shown in Table 1. The set of tray areas obtained for each fruit is shown in Table 2 through which the values of h/tan θ are obtained and found to be 0.05 and 0.0478 for Prunes and Apricots respectively. By plotting the design curve of h/tan θ versus θ for different values of h in Fig.6, one can find the range of θ and h that can realize the condition of h/tan θ of each product. Suitable parameters are selected from that figure to construct a dryer that can be used for drying of those fruits at reasonable quality. So from figure 6, a dryer of θ equal 80 can be used for those fruits but with different values of h (0.2, 0.3 and 0.3 m for Figs, Prunes and Apricots respectively). The uniformity of the final product moisture content obtained from this dryer and from a dryer with constant cross-sectional areas is shown in Fig 7. This figure shows that using a dryer with 80 degrees angle of inclination helps to obtain a product with moisture ratio not less than 96% for different trays at a given flow rate, while this ratio reaches 60% for dryer of constant area. It is found that to obtain the same uniformity (about 95%) from the constant area dryer, more energy is to be paid by blowing large quantities of hot air through this dryer. Maximum dryer loading for each

decreases, so the air temperatures coming out from the trays will increase and so will do the value of k. To keep k constant, the area of the trays are to be increased, thus reducing the air velocity and introducing more product for the air to dry, i.e absorbing more heat from the air. Areas increased asymptotically to be almost equal base area at last stages of drying. Equations 1-5 are also used to study the effect of distance between trays h on the tray areas. From figure 2, it is evident that distance between tray levels has no remarkable effect on the conditions of the air between trays, and hence the results given in figure 1 may be used for any value of h. Seven sets of tray areas selected at different times are tried for the best performance. For each set, the drying process is simulated and solved, where the final moisture content M for each tray relative to the base tray equilibrium moisture content $M_b$ is drawn in Fig. 3. Since $M/M_b > 1$ means under drying of subsequent trays while $M/M_b < 1$ means over drying of the product, the set of areas that makes $M/M_b$ close to unity for all trays gives the best performance of the dryer. Those areas relative to the base area are shown in Table 2.

Table 2 - Calculated tray areas m² for best product uniformity

| Fruit | Base tray | 2nd tray | 3rd tray | 4th tray | 5th tray |
|---|---|---|---|---|---|
| Figs | 1 | 0.907 | 0.836 | 0.774 | 0.728 |
| Prunes | 1 | 0.873 | 0.784 | 0.701 | |
| Apricot | 1 | 0.891 | 0.810 | 0.729 | |

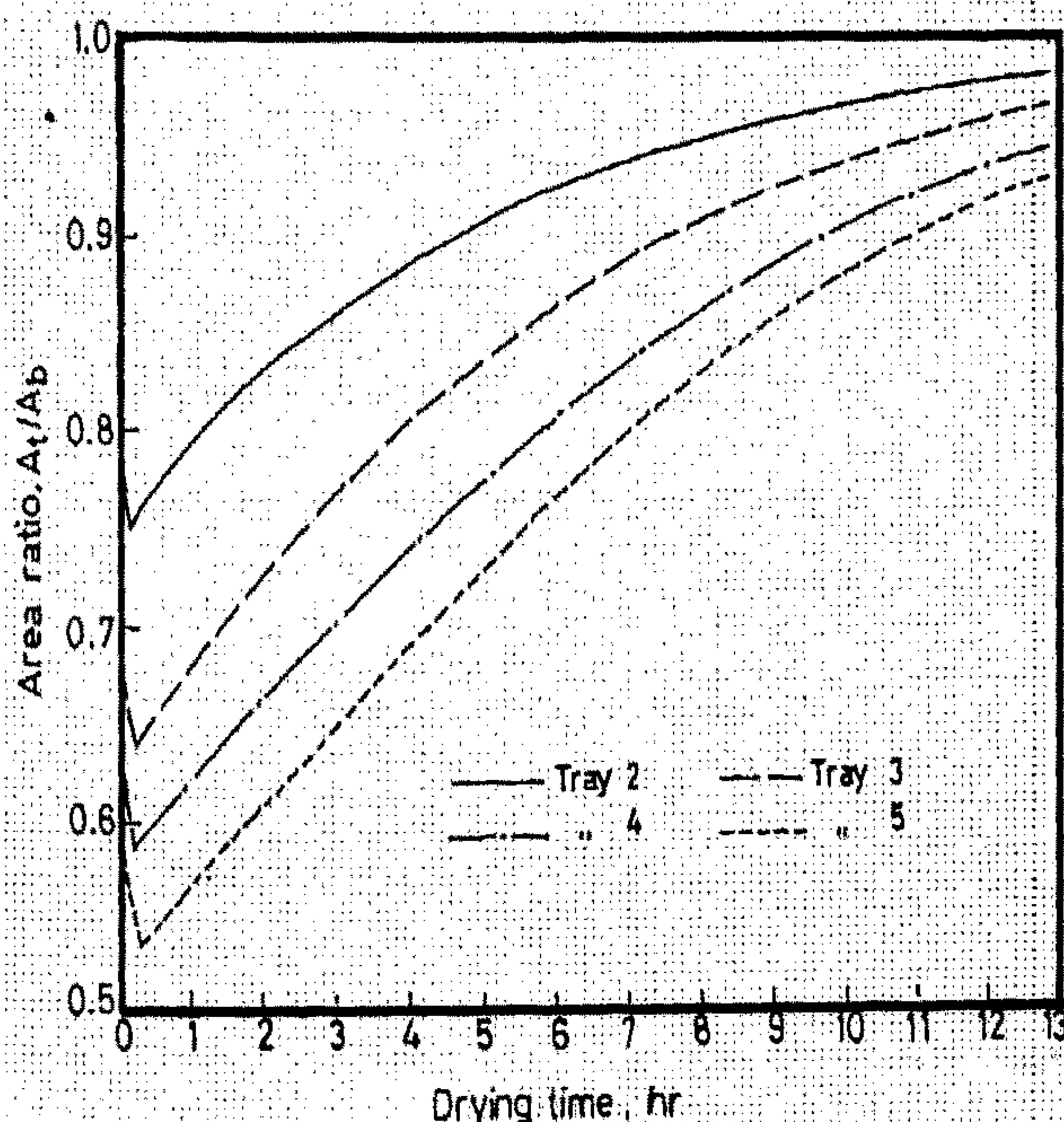



Fig. 1 - Variation of the areas of the trays at different drying times.

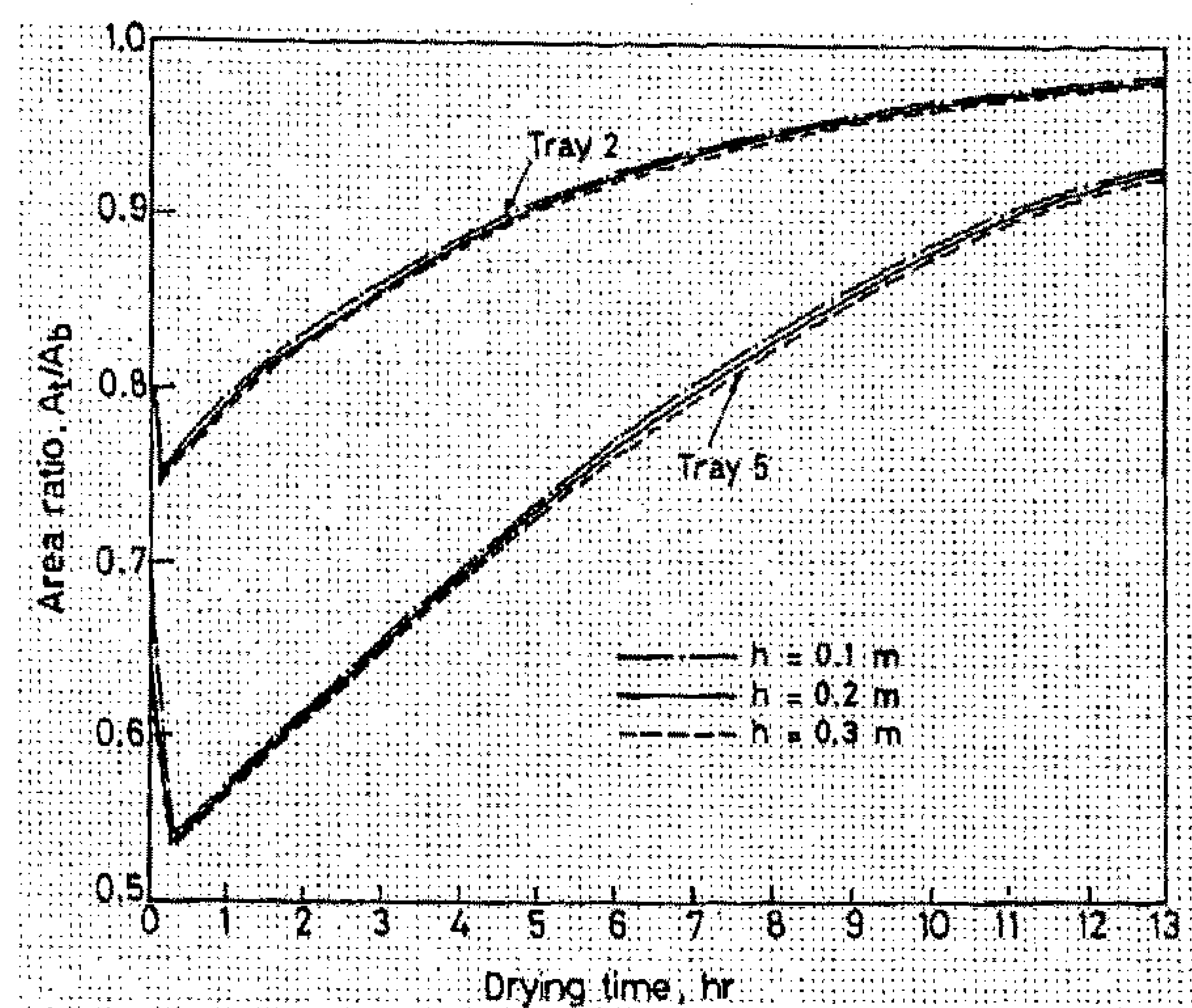



Fig.2 - Variation of the areas of the trays for different distances between trays during drying.

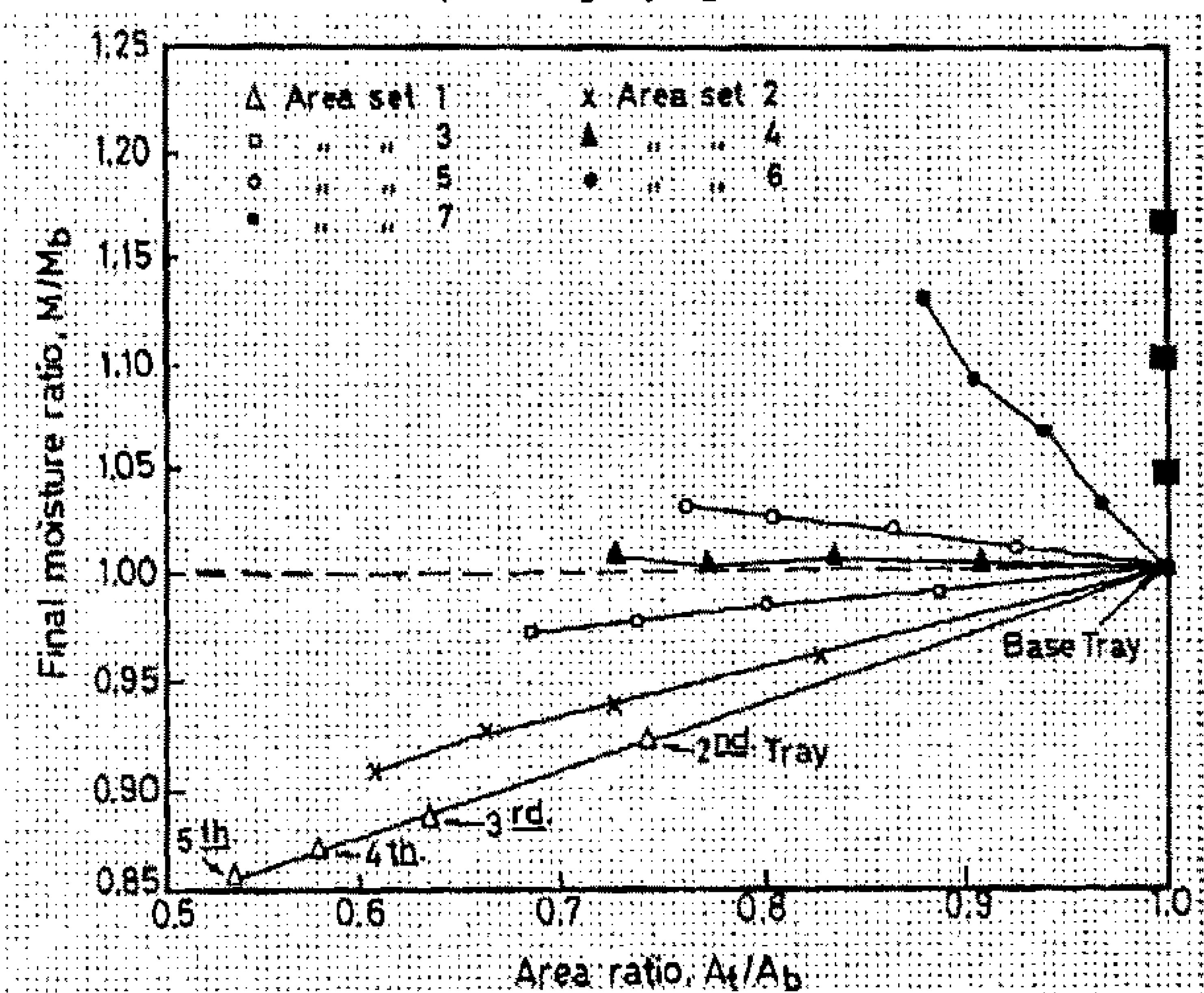



Fig.3 - Final moisture ratio for different tray sets.

## DRYER SHAPE AND DIMENSIONS

To get the dryer dimensions, the set of areas of trays obtained are related to the area of base tray as a function of angle of inclination q of the dryer walls and distance between trays h by one of the following relations:

1- By fixing the distance between trays, h and varying θ, Fig 4-a:

$A_{t2} = A_b - (21 X h/\tan\theta 1)$

$A_{t3} = A_b - 21 X (h/\tan\theta 1 + h/\tan\theta 2)$ (6)

$A_{t4} = A_b - 21 X (h/\tan\theta 1 + h/\tan\theta 2 + h/\tan\theta 3)$

$A_{t5} = \dots$ and so on.

Results obtained are shown in Table 3.

2- By fixing the value of q and varying h Fig 4-b:

$A_{t2} = A_b - 21 X h_1/\tan\theta$

$A_{t3} = A_b - 21 X (h_1 + h_2)/\tan\theta$ (7)

$A_{t4} = A_b - 21 X (h_1 + h_2 + h_3)/\tan\theta$ and so on.

Results obtained are shown in Table 4.

constant during drying, the velocity of air increases with the height, thus compensating the decrease of k resulting from decrease in air temperature and increases in its humidity. However, as the drying conditions change with time, the areas of the trays also must be changed with time. This condition cannot be realized in practice and so the following approximate approach is suggested:

1. The whole drying period is divided into time intervals, during which the drying condition of the product is assumed constant.
2. During each interval, a mathematical model governing drying process inside the dryer is solved and the areas of different trays ensuring equal drying rates are determined.
3. As the drying conditions are changed as we move to the second interval, a new set of trays areas are similarly obtained by keeping the value of k as before. These procedures are repeated till the end of the drying period (when moisture content of the base tray reached its equilibrium with drying air).
4. The curves representing the area variation for each tray with time are used to determine the best set of trays areas. This could be done as follows:

   A selection of the obtained sets of areas are to be tried in the solution, the one that gives the best dryer performance is to be chosen. The selection of the sets to be tried are based on engineering judgement, while the performance is judged by the maximum ratio of the final moisture content of the products at different trays and that of the base.

## APPLICATION OF THE METHOD

As an application of the proposed method, the design of a dryer for one kind of fruit is studied. The study comprises determination of trays areas and consequently the dryer shape and dimensions, experimental verification of the method and finally a method of obtaining a dryer that can be used for other products and fulfilling the requirements of uniformity are also studied.

## DETERMINATION OF THE TRAYS AREA

The design of a dryer used for Figs as a source of fruit is studied by solving the transient equations of simultaneous heat and mass transfer for air and Figs under the following assumptions:

- Well insulated dryer with equal distance between trays levels.
- For any given tray, the air temperature, humidity and flow rate are homogeneous and uniform before and after the tray.
- Spherical shaped fruits are spread in one layer with void fraction $\varepsilon = 0.5$ for air and consequently $\varepsilon_p$ for product = $1-\varepsilon$. The exchange surface area between air and fruit remains constant.
- All fruits on a given tray are at the same temperature and their initial moisture contents are identical.

The heat balance equation for the flow of air inside the dryer in z- direction is:

$$(\rho_a C + \rho_d C_d)\ \delta t_a/\delta\tau + (\rho_a C v_a)\ \delta t_a/\delta z =$$
$$k_a \delta^2 t_a/\delta z^2 - [h_v(t_a - t_p) + \varepsilon_p \rho_p C_w(t_a - t_p)]/\varepsilon \qquad (3)$$

where: $C = C_a + W_a C_w$ and $h_v$ is the volumetric heat transfer coefficient given by Lof and Hawley [1948] as:

$$h_v = 650\ (G/D_p)^{0.7}$$

Whereas the heat balance equation for the product temperature to be dried may be written as:

$$(\rho_p\ (C_p + MC_w))\ \delta t_p/\delta t$$
$$= h_v(t_a - t_p)\ /\ \varepsilon_p - \rho_p L\ (\delta M/\delta\tau) \qquad (4)$$

Similarly the equation for the determination of the air humidity inside the dryer can be written as:

$$\varepsilon r_a\ \delta W_a\ /\delta\tau + \varepsilon\ (\rho_a v_a)\delta W_a/\delta z =$$
$$\varepsilon\ (\mu/\sigma)_a\ \delta^2 W_a\ /\delta^2 z + \varepsilon_p \rho_p\ \delta M/\delta\tau \qquad (5)$$

The equations (1-5) were solved numerically using finite-difference technique developed by Patankar [1980] with the conditions as $t_a(z,0) = t_p(z,O) = t_{amb}$, $t_a(0,0) = t_{in}$, $W_a(z,0) = W_{amb}$ $W_a(0,\ 0) = W_{amb}$. The Figs and air properties used in the simulation together with the drying constant k are shown in Table (1).

Table 1 - Fruits and air properties

| Fruit | Density kg/m³ | Specific heat kj/kg °C | Moisture content Mi/Meq (dry basis) | Drying constant k* |
|---|---|---|---|---|
| Figs | 550 | 2300 | 2.1/0.3 | k = 0.0735 - 0.0056 ta + 1.9 Wa - 0.65 $v_a \varepsilon$ |
| Prunes | 810 | 2950 | 6.2/0.3 | k = 0.051 - 0.00245 ta + 1.23 Wa - 042 $v_a \varepsilon$ |
| Apricot | 830 | 2800 | 5.25/0.3 | k = 0.049 - 0.0023 ta + 1.17 Wa - 0.40 $v_a \varepsilon$ |
| Air | ta = 60°C | Wa =0.01 | G =0.375 kg/s | |

* These values were obtained from Khattab (1995)

By equating the value of the drying constant k of all trays to that of the base tray and using the necessary condition obtained by Khattab [in press, see Ref. List] to ensure unsaturated inlet air to each tray, solution of equations 1-5 for flow rate of air = 0.375 kg/sec, hot air at 60 C and air specific humidity = 0.01 gives the maximum number of trays and the area of each tray at each time interval during drying. The variation of tray areas expressed as a percentage of the area of the base tray with time is shown in Fig. 1. As expected, at the beginning of drying when the product is very wet, the area of all trays decreases to compensate the sharp drop of the air temperature and increases in its humidity. The reduction is more pronounced at upper trays. As drying proceeds, the product temperature increases and its moisture content

# A NOVEL DESIGN OF AGRICULTURAL DRYER

By
N.M. Khattab*


## ABSTRACT

In this paper, a procedure for designing a multi-tray agricultural dryer, capable of producing uniform drying of products is given. An analytical solution based on heat and mass transfer for air and product inside the dryer is used. In the solution, the drying rates of the products on different trays are tried to be kept constant during the whole drying period. This could be realized by changing the dryer shape and dimensions for every specific product in accordance with th conditions of the inlet air. It was found that a dryer of pyramidal shape is most suitable for fulfilling the requirement of good quality dried product. The method is verified experimentally and shows good agreement with the analytical solution. Based on the obtained results, the design of dryer for many kinds of fruits is obtained with the analytical solution.



## KEYWORDS

Constant area dryer - Dryer configuration - Energy consumption - Equal drying rate - General fruit dryer - Pyramidal dryer - Uniform moisture content


## INTRODUCTION

One of the problems associated with the drying process in multi-tray dryers is the difficulty to maintain constant drying conditions within them. Continuous moisture evaporation from the product changes the drying conditions of the drying air as it moves from one tray to another and also from time to time during drying. As a result, the moisture contents of the product at subsequent trays will be different, El-Hisse [1988], and consequently a product of poor quality is obtained.

A great deal of works in the field of drying show that the drying rate of any material is a function of the temperature of the drying air, its humidity, flow rate and air void, Ben Mabrouk et al. [1990]. These parameters must be carefully controlled to get the drying rate needed for the desired quality of the product. One of the methods to overcome this disadvantage is by blowing large quantities of hot air through the dryer which, in turn, is accompanied by a large waste of exhausted air energy. Another method is by having different air voids at the different trays. This needs a great accuracy when loading the dryer to avoid disarrangement of the trays. In the present work, it is suggested to choose the design parameters of the dryer so as to have the desired drying rates at different trays. Based on uniformity of the drying rate through the dryer during the drying period, a new dryer shape is proposed, its load and dimensions are determined according to the conditions of the drying air.

## DRYING RATE & DESIGN CONSIDERATIONS

When a thin layer of product, equally distributed on trays inside a multi-tray dryer, is exposed to cross stream of hot air of particular flow rate, temperature and humidity, its drying rate is given in ASHRAE [1985] as:

$$\delta M/\delta \tau = (M-M_{eq}).e^{-k\tau} \quad (1)$$

where: k is the drying constant of a specific product and depends upon the drying air temperature $t_a$, specific humidity $W_a$, velocity $v_a$, and air void $\varepsilon$, Garg and Sharma [1990].

$$k = a.t_a - b.W_a + c.(v_a \,.\, \varepsilon), \text{ and } v_a = G/A_b \quad (2)$$

where: G is the flow rate of air through the dryer, and $A_b$ is the base area of the dryer, a, b and c are constants obtained experimentally for a specific product. In the initial period of drying, when the product is very wet, the temperature of hot air is sharply decreased, while its humidity is rapidly increased as it flows through the trays, causing k to decrease. Moreover, as drying proceeds, the value of k at the same tray will change with time as the drying conditions of the product in the preceeding trays are changed. So the drying constant k is actually a function of both space co-ordinates (position of trays) and time.

While k decreases with the height of the tray at a given instant, it increases for the same position as time advances. As a result, the product, at different trays will be dried at different drying rates, giving dried product of bad quality. Improving the quality of the dried product is possible if the drying rates can be kept the same at different trays during the whole drying period. At a given instant, the value of k and hence the drying rate, can be equalized at different trays by controlling the air velocity. This can be realized through decreasing the cross-sectional area of the dryer gradually and hence the tray/area ($A_t$) as it goes higher. As the flow rate of air is

*Solar Energy Department, National Research Centre, Dokki, Cairo, Egypt.

## *5. REFERENCES*


1. *Andeen, G. B. "Bubble Pumps", Compressed Air, Jan., 1974.*

2. *Parker, G. J. "The Effect of Footpiece Design on the Performance of a Small Air Lift Pump", Int. J. Heat & Fluid Flow, Vol. 2, No. 4, MEP Ltd., 1980.*

3. *Everaldo, A. N. Feitosa, Dept. of Mechanical Engineering University Fereal de Permambuco, 50730 Recife, PE Brazil, RECs No. 1, Oct. 1989.*

4. *Clark, N. N. and Dabolt, R. J. "A General Design Equation for Air Lift Pumps Operating in Slug Flow, AI ChE J., 32 (1), 56, 1986.*

5. *Serghides, T. K. "Estimate Friction Factor Accurately", Chemical Engineering, 63, March 5, 1984.*

6. *Neil Stone, J. "A Program to Calculate Air-Lift Pump Performance", Microsoftware for Engineers, Vol. 3, No. 3, PP. 114-123, Computational Mechanics Publications, 1987.*

7. *Kouremenos, D. A. and Staicos, J. "Performance of a Small Air -Lift Pump ", Int. J. Heat & Fluid Flow, PP 217-222, Butterworth & Co. (Publishers) Ltd., 1985.*

8. *Stenning, A. H. and Martin, C. B. "An Analytical and Experimental Study of Air-Lift Pump Performance", J. of Eng. for Power Trans., Series A, 1968.*

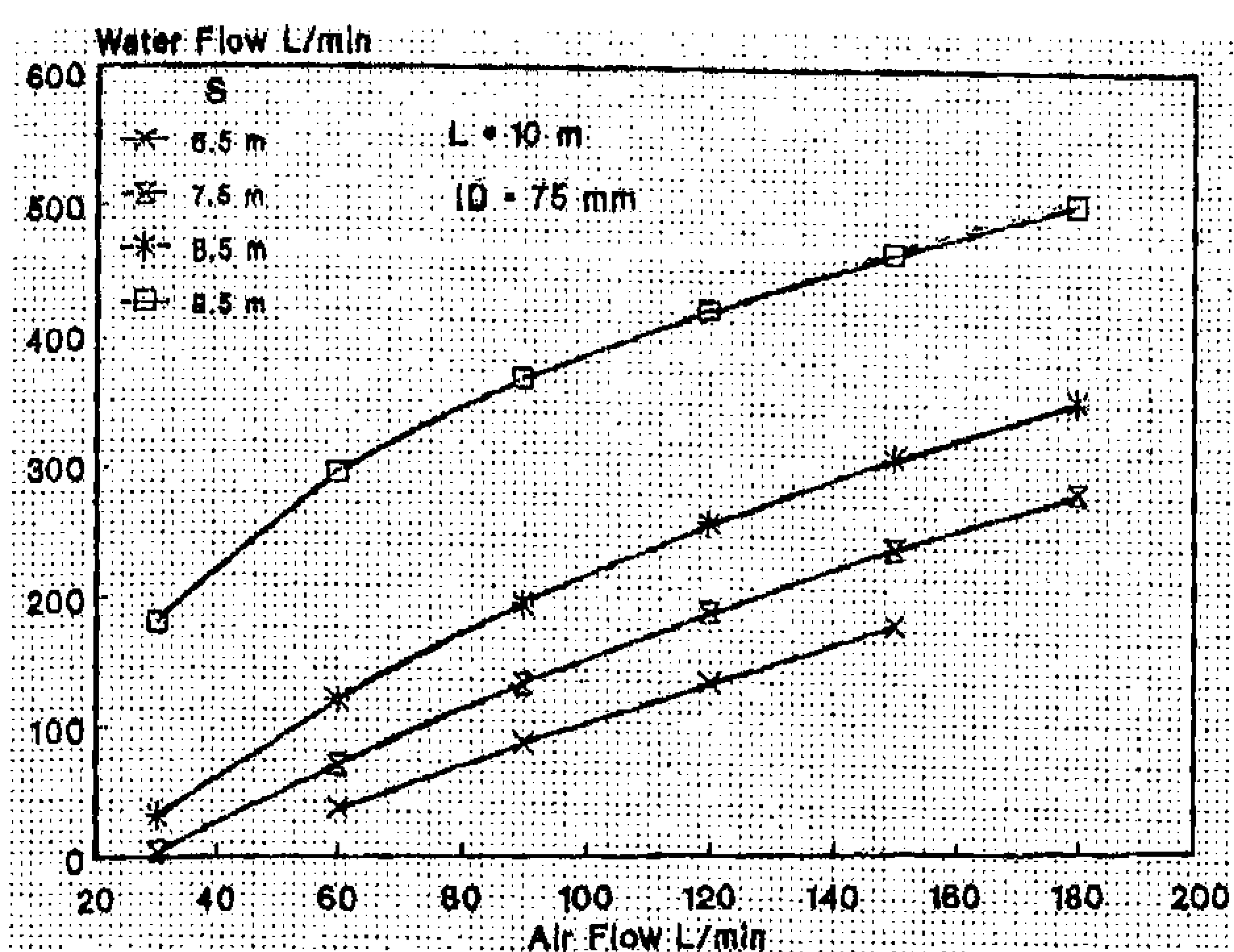



Fig. 8: Water flow versus air flow of inner diameter 75 mm pump for different values of submergence

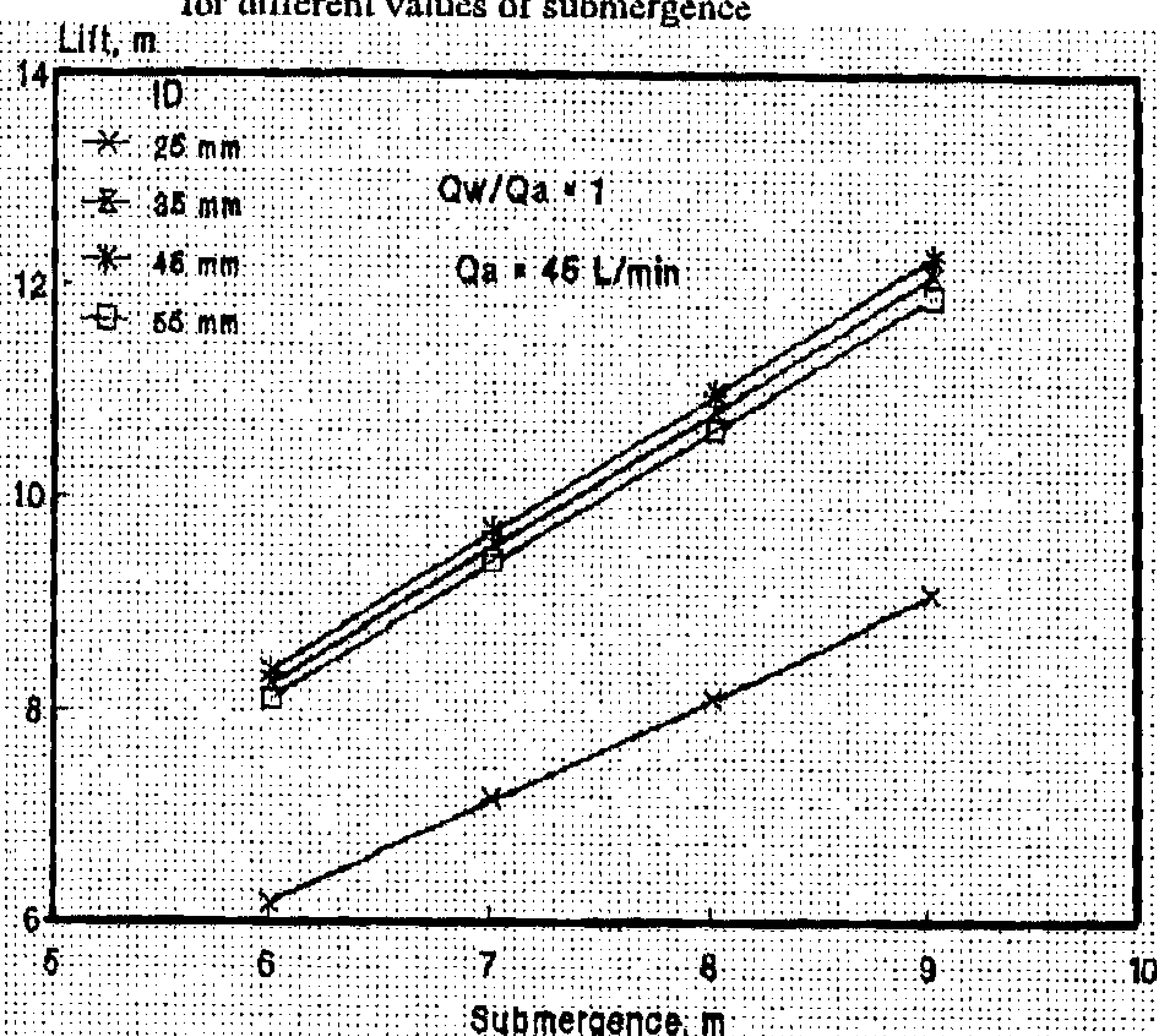



Fig. 9: Lift versus submergence for different inner diameter and Qw/Qa = 1

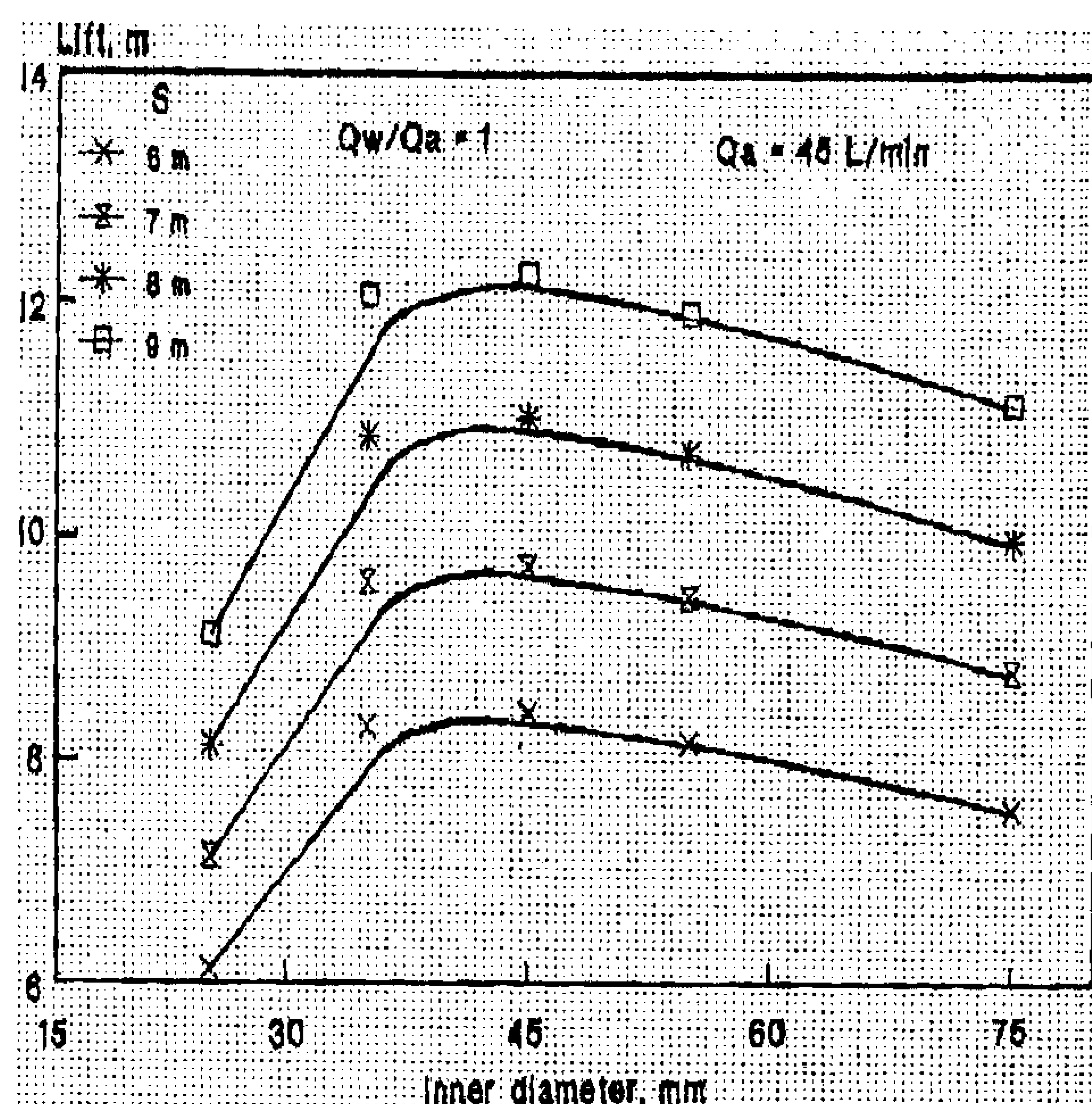



Fig. 10: Lift versus inner diameter for different submergences and Qw/Qa = 1

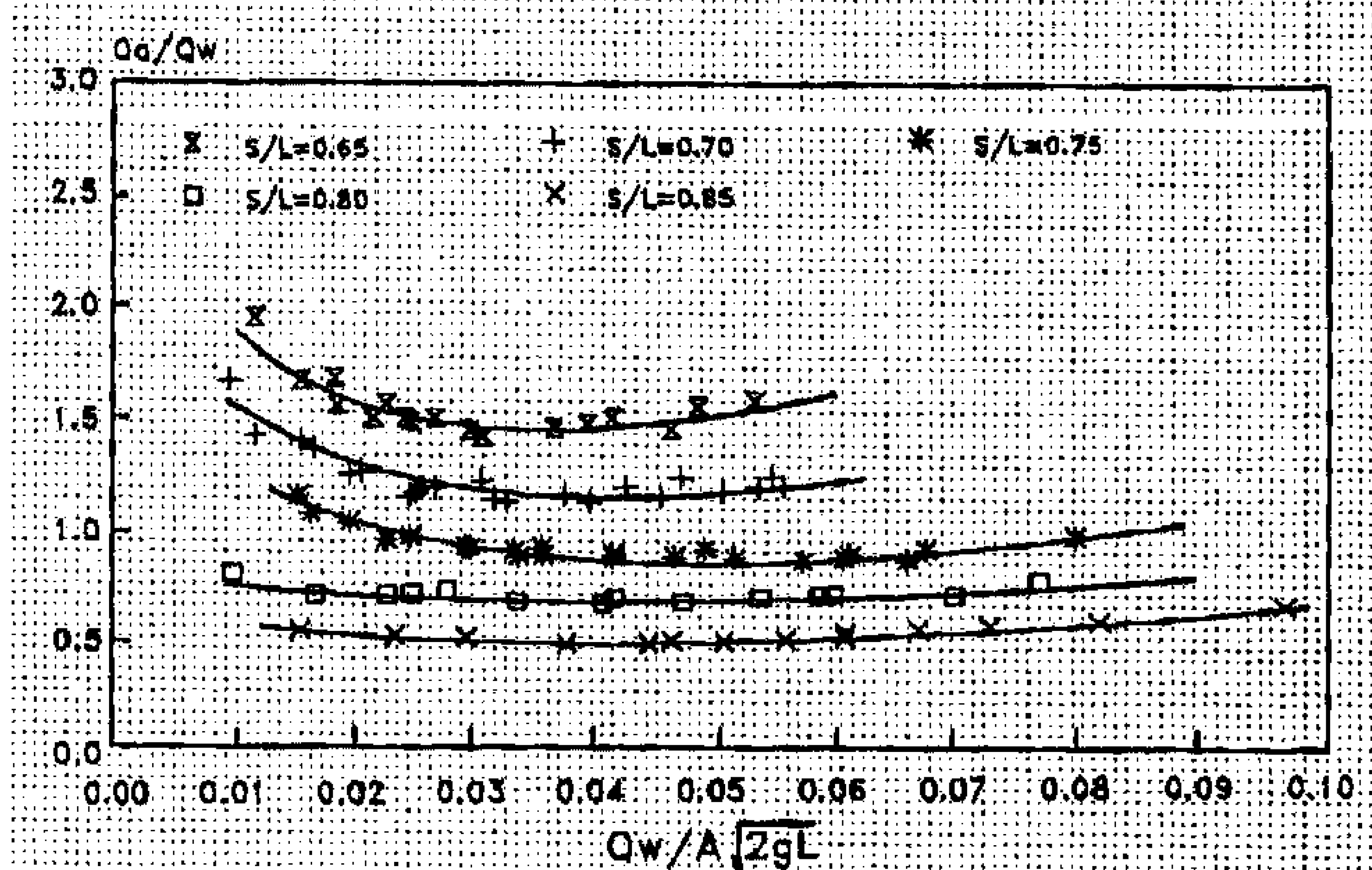



Fig. 11: Dimensionless plot of pump performance.

tested models. From these two figures, it is clear that lift increases when both submerged part and inner diameter of the riser increase till certain diameter and after that lift decreases when inner diameter increases. The obtained results can be represented by using the dimensionless parameters Qa/Qw as a vertical axis and $Qw/A\sqrt{2gL}$ as a horizontal axis as shown in Fig. 11. This dimensionless plot leads to the conclusion that air flow rate increases when submergence ratio (S/L) decreases. Also, for each submergence ratio, Qa/Qw is nearly constant, when the ratio $Qv/A\sqrt{2gL}$ is greater than 0.03 and less than 0.1.

## CONCLUSION

Characteristics of air-lift pump for various inner diameters and submergences were efficiently tested using a computer programmed and mathematical model. From this study, the principal conclusions are summarized as follows:

- Increase of air flow rates was accompanied by corresponding increase in water flow rate, up to the condition of maximum water flow.
- At smaller values of submergence, there was substantial reduction in the water flow rate.
- Increase of inner diameter was accompanied by corresponding increase of water flow rate till a certain diameter for the cases under study.
- Lift increases when both submerged part, and inner diameter of the riser increase till a certain diameter and, after that lift decreases when inner diameter increases.
- For a constant value of $Qw/A\sqrt{2gL}$, the air flow rate increases when submergence ratio (S/L) decreases.

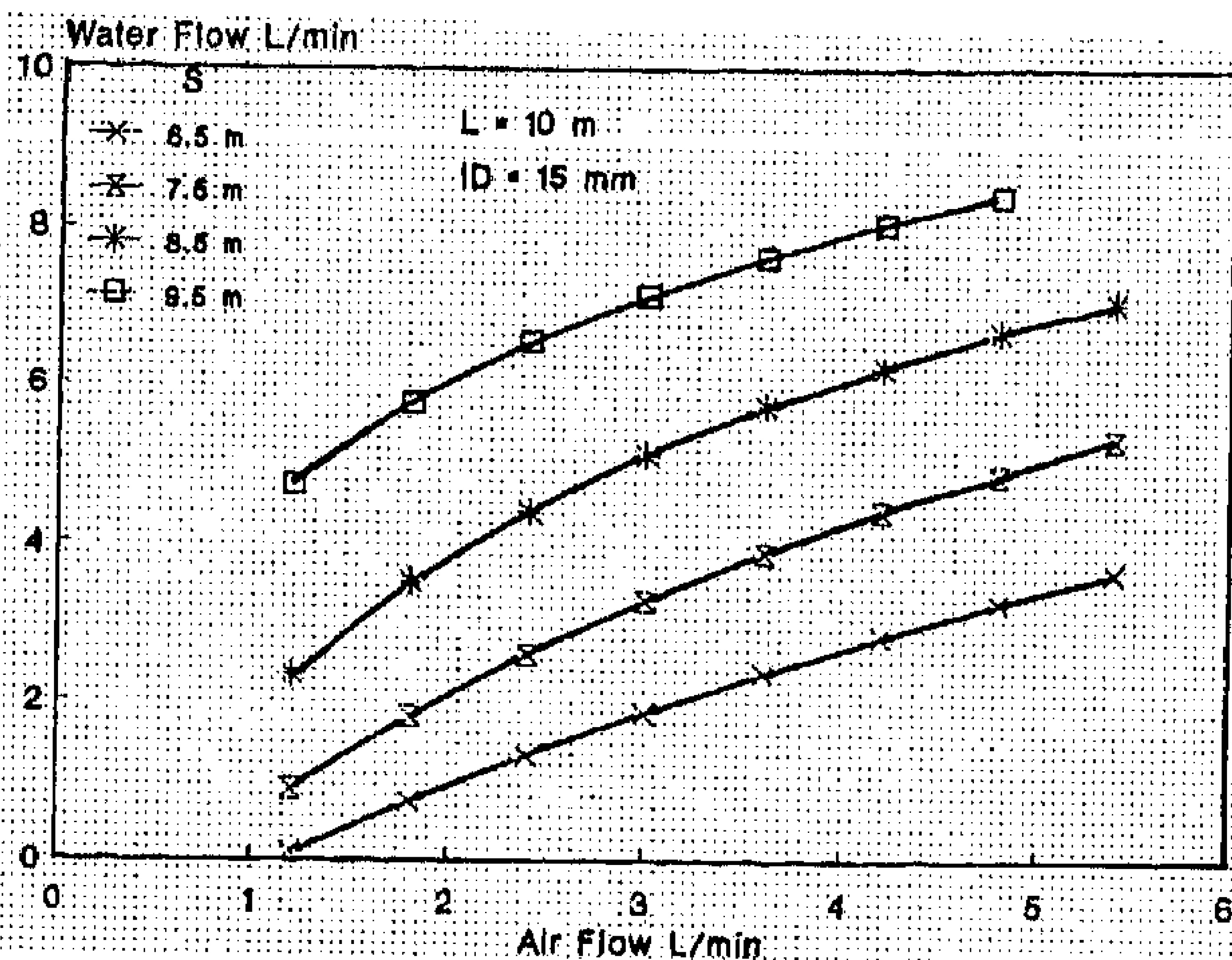



Fig. 3: Water flow versus air flow of inner diameter 15 mm pump for different values of submergence

## 2. 2 Validation of the Model

For testing the model, the air-lift pump which is examined experimentally by Kouremenos, D. A. and Staicos, J. [7] has been analyzed. That pump has 12 mm bore, 93.3 cm lift, 55.3 cm and 65.3 cm submergence. The calculation program was loaded by these data and the output results were compared with the experimental ones. In the analyzed case, a seemingly satisfactory conformity has been obtained between the computed and measured results as shown in Fig. 2.

## 3. RESULTS AND DISCUSSION

Six air-lift pumps, each one has ten meter riser length, were analyzed as shown in Figs. 3, 4, 5, 6, 7 and 8. Figure 3 shows water flow versus air flow of inner diameter 15 mm pump and submergences were 6.5, 7.5, 8.5 and 9.5 m. Figures 4, 5, 6, 7 and 8 show water flow versus air flow of inner diameter 25, 35, 45, 55, 75 mm respectively. From these figures, it is clear that the increase of air flow rates was accompanied by corresponding increase in water flow rate, up to the condition of maximum water flow. Also, at smaller values of submergences, there was substantial reduction in the water flow rate. Figures 9 and 10 show the relation between the lift and submergence part for all the

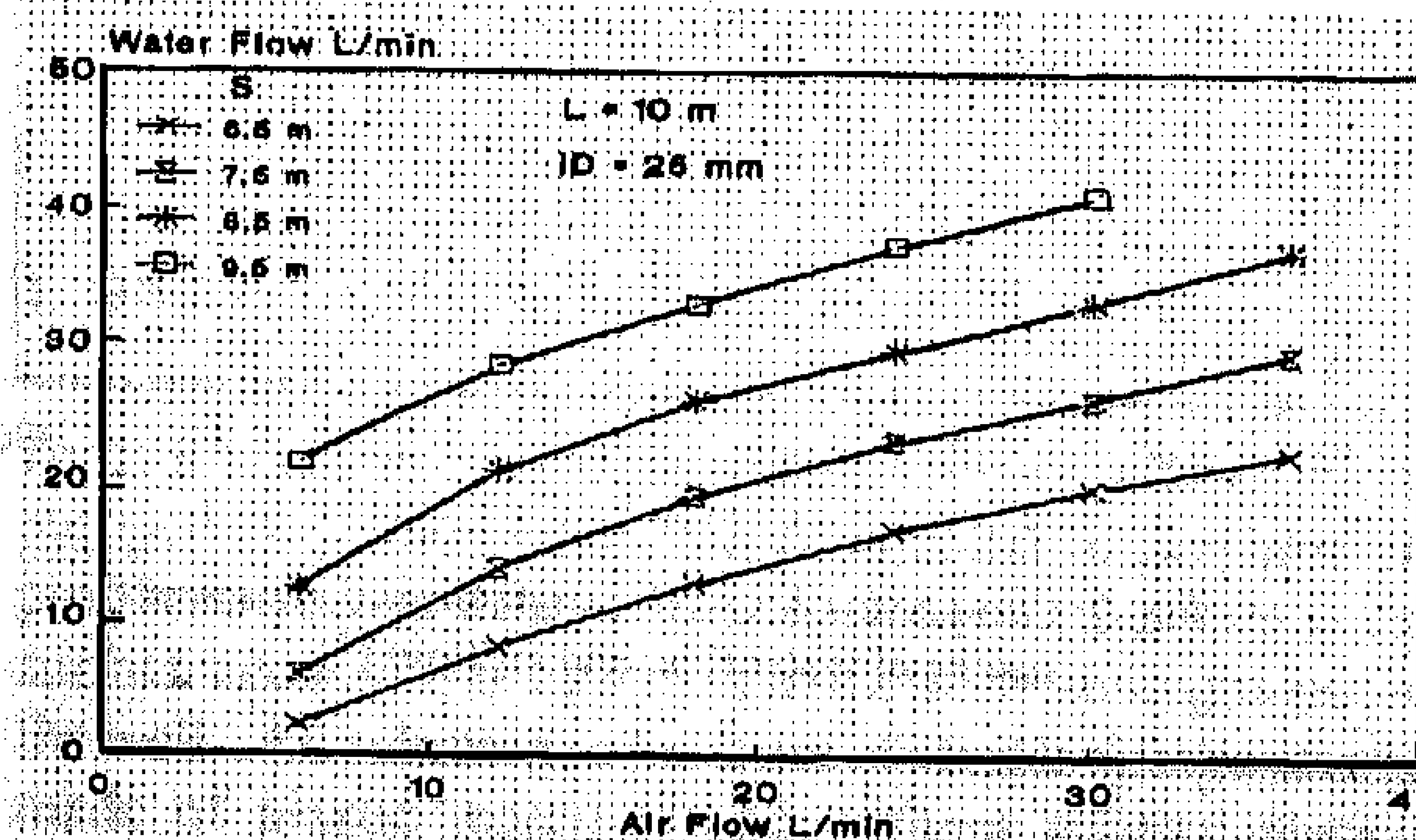



Fig. 4: Water flow versus air flow of inner diameter 25 mm pump for different values of submergence

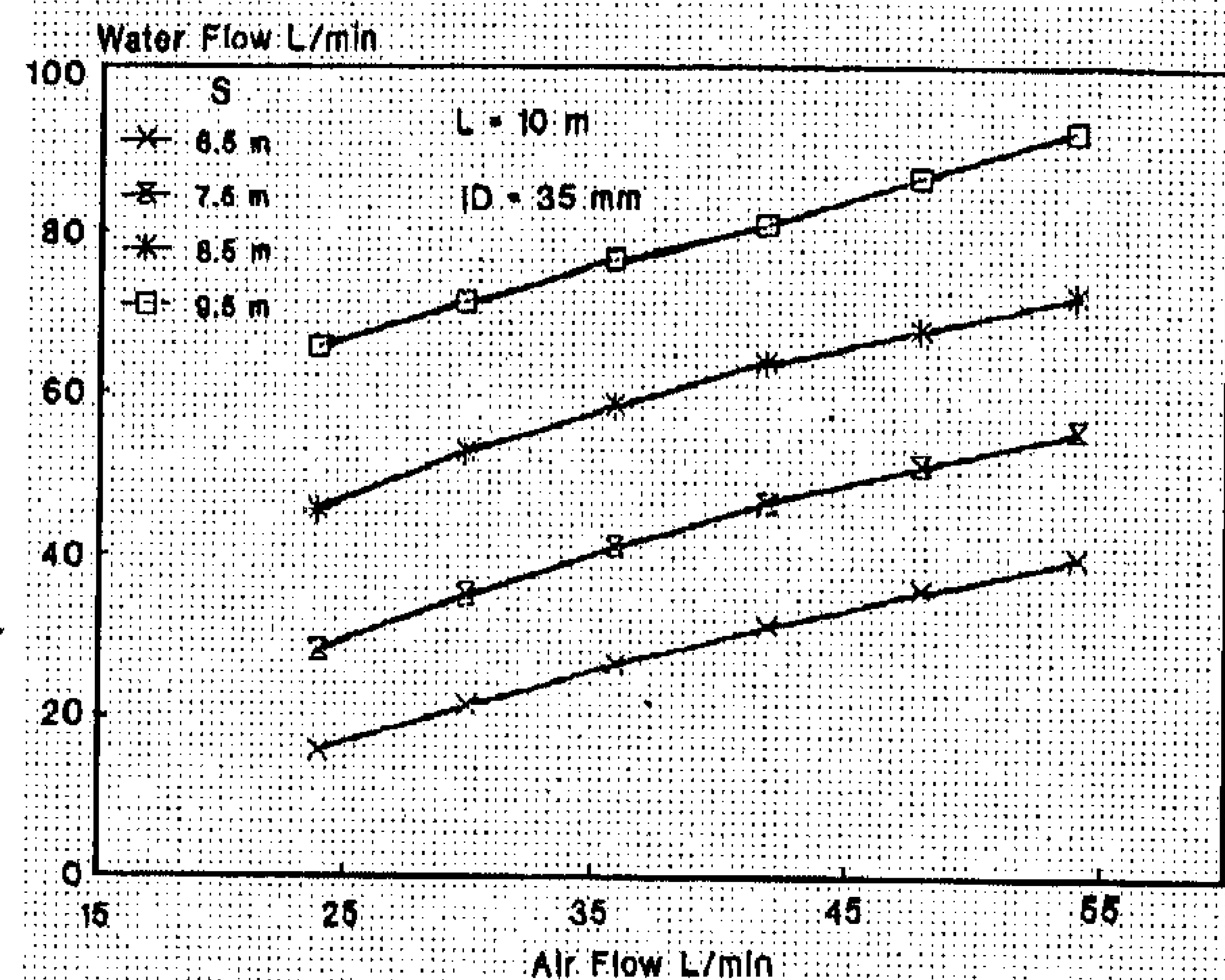



Fig. 5: Water flow versus air flow of inner diameter 35 mm pump for different values of submergence.

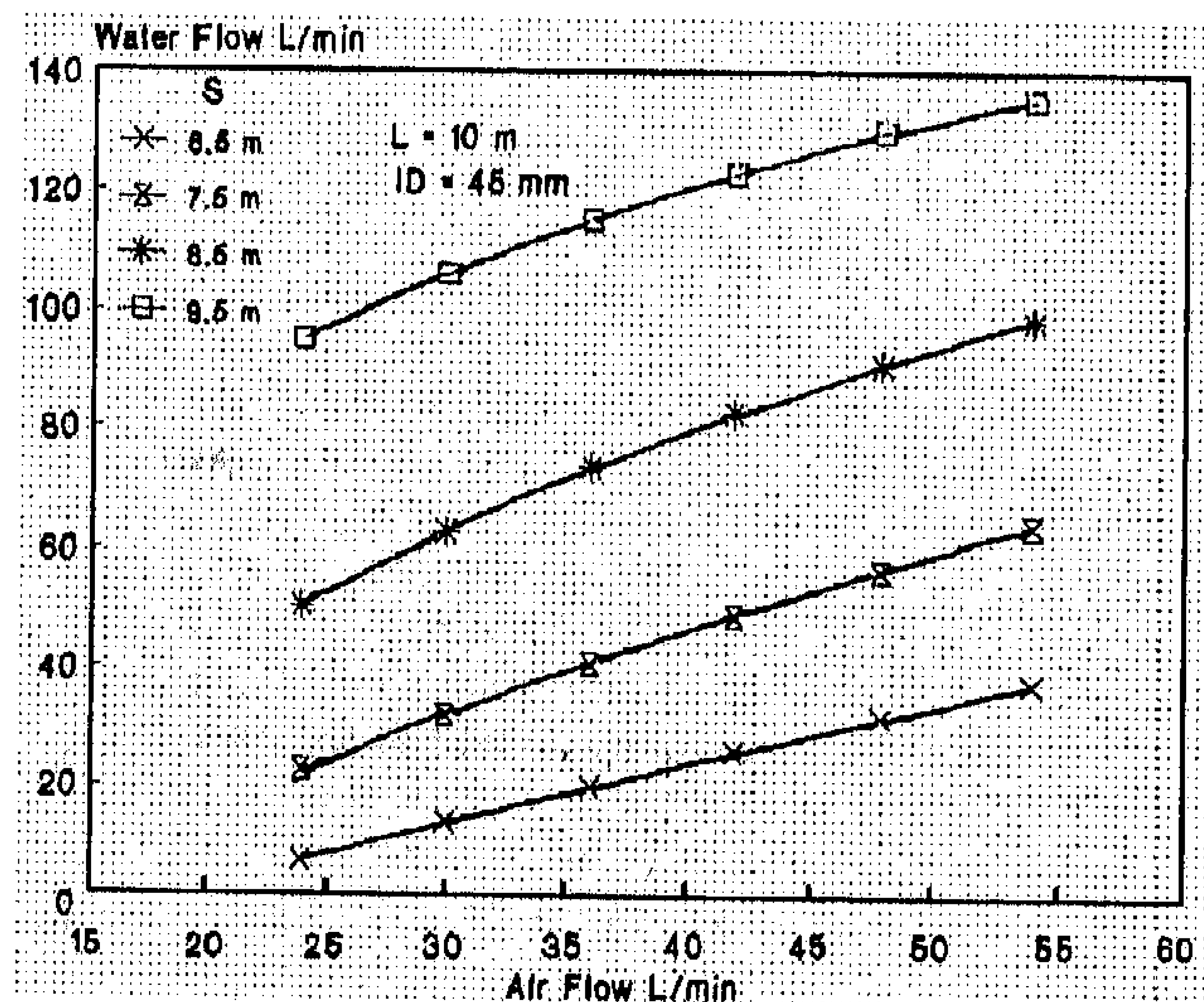



Fig. 6: Water flow versus air flow of inner diameter 45 mm pump for different values of submergence.

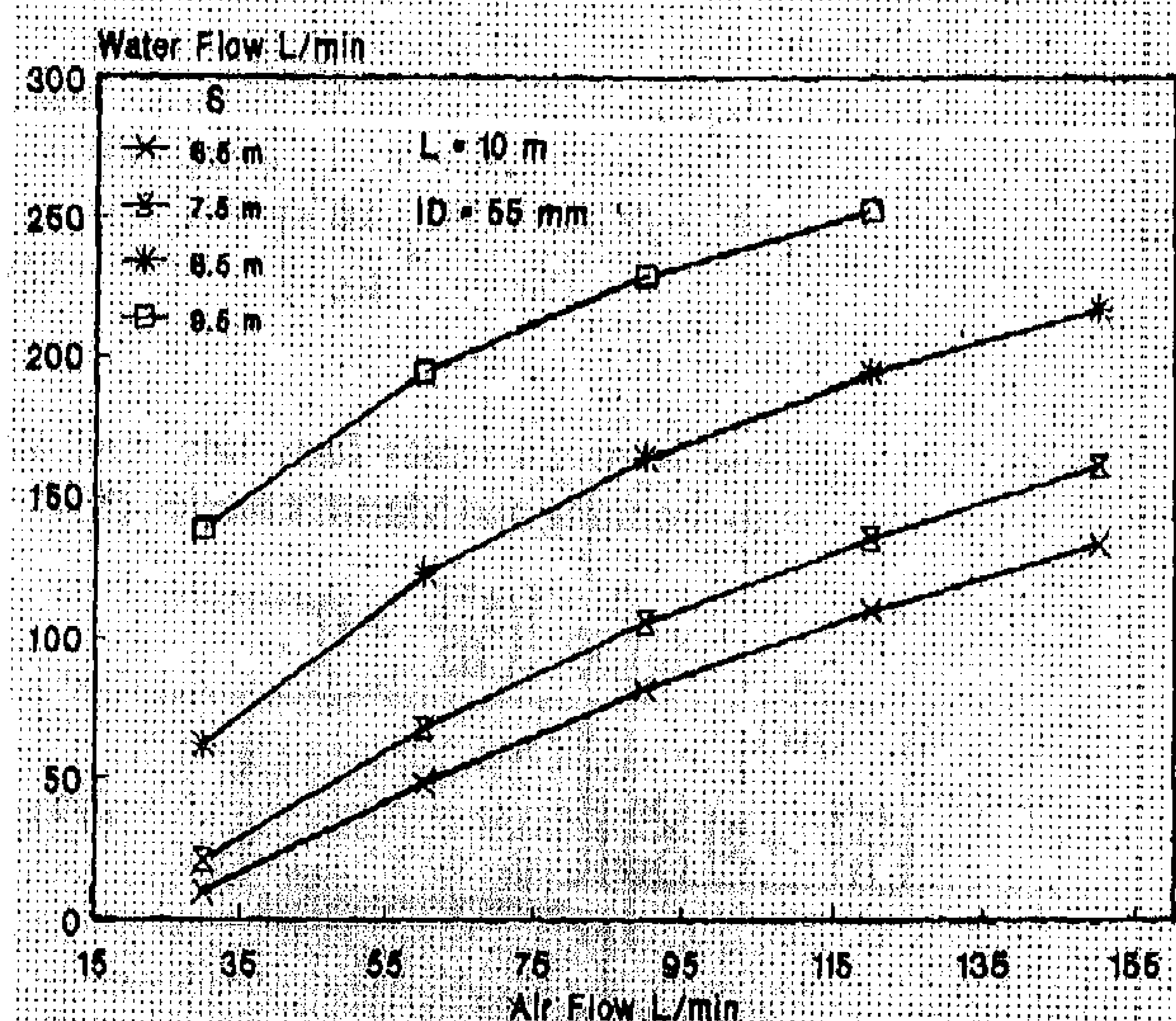



Fig. 7: Water flow versus air flow of inner diameter 55 mm pump for different values of submergence

factor in the performance of most industrial pumps, so that the friction factor needs not be known. However, in the present computer program, a reasonably accurate estimate including friction loss can be used without excessive computing time.

The head of the lifted water can be calculated as follows:

$$L = \frac{B1 \cdot \mathrm{Log}\left[\frac{(BR + BT \cdot BS \cdot P2)}{(BR + BT \cdot BS \cdot Pi)}\right] - (P2 - Pi)}{BT} \qquad (1)$$

where

$$B1 = \frac{1.5\,(BD\,.\,BM) - 9.81\,(\rho\,.\,BM)}{(BS\,.\,BT)^2} \qquad (2)$$

$$BR = 1.962\,(\rho\,.\,BM) + 2.7\,(BD\,.\,BM) \qquad (3)$$

$$BT = 9.81\,(\rho) + BD \qquad (4)$$

$$BS = 1.2\,(VL) + VV \qquad (5)$$

$$VV = 1.0957\,(Ds)^{0.5} \quad m/s \qquad (6)$$

$$BM = P1\,(Va) \qquad (7)$$

$$BD = PL \quad \text{assuming liquid fills the riser} \qquad (8)$$

$$Pi = 9.81\,(\rho\,.\,S) - PL1 + P1 \quad Pa \qquad (9)$$

$$PL1 = PL\,(L1 - S1 + S) \quad Pa \qquad (10)$$

$$PL = \frac{\rho\,.\,F\,.\,VL^2}{0.5\,(Ds)} \quad Pa/m \qquad (11)$$

$$F = 0.0055\left[1 + \left(\frac{0.0002\,(f)}{Dd} + \frac{10^6}{Re}\right)^{0.333}\right] \qquad (12)$$

The final equation between water flow rate and air flow rate according to Stenning and Martin's model, [8] is:

$$\frac{S}{L} = \frac{1}{\left[1 + \frac{VL}{Va} \cdot \frac{Qa}{Qw}\right]} + \frac{Q}{2gLA^2}\left[\left(\frac{4FL}{ID} + 1\right) + \left(\frac{4FL}{ID} + 2\right)\frac{Qa}{Qw}\right] \qquad (13)$$

**Notes:**

- Equations 1, 2, 6, 7 and 8 of Ref. [4].
- Equation 13 of Ref. [5].
- Equation No. 12 is valid for Reynolds numbers from 4000 to 107.
- Relative roughness up to 0.01.

## 2.1 Calculation Program

The calculation program, [6] is modified to be suitable for the present analysis of the different proposed parameters. If the lift, Eq. 1, is given and the liquid or air flow is to be determined, the solution is achieved by iteration calculation, as the flow cannot be expressed explicitly. The procedure used is to assume a liquid velocity, calculate the lift based on this assumption, and then correct the liquid velocity estimate according to whether the estimated lift is greater or smaller than the actual lift. Reasonably fast convergence is obtained in the program by initializing the liquid velocity to half the air velocity, and correcting the liquid velocity by the fourth power of the ratio of actual/calculated lift after each iteration. The iteration continues until two consecutive lift values agree to within a fraction equals 0.001. The calculation method is applicable to any two fluids in which the air density is negligible in comparison to the liquid density. This method takes no account of increase in air volume resulting from evaporation when pumping hot fluid. The pump operates in slug flow and, below the maximum on the air/liquid flow curve, it means that the calculation will be stopped when increasing air flow is not accompanied by corresponding increase in water flow.

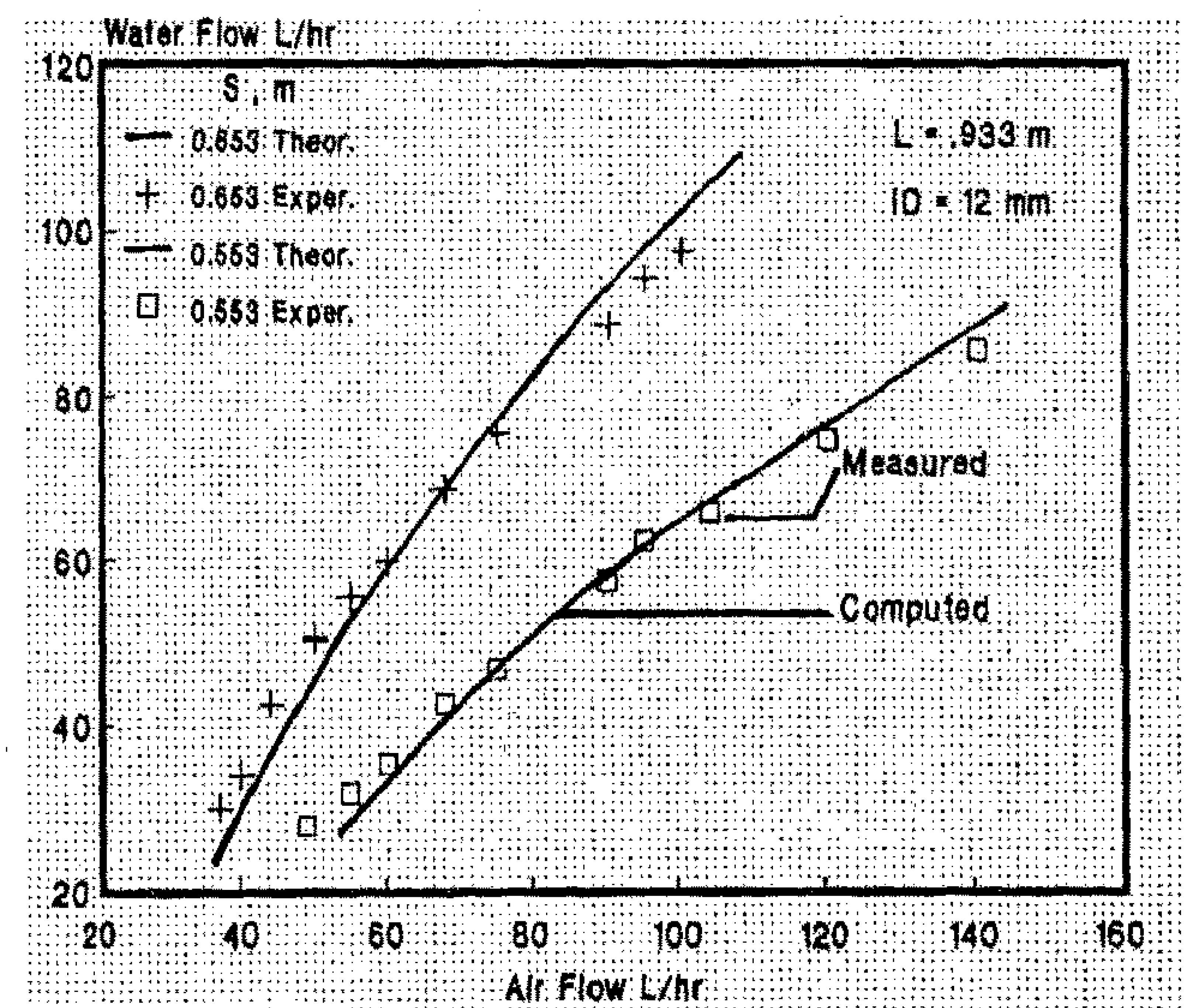



Fig. 2: Comparison between computed and measured results of water flow and air flow [7]

# THEORETICAL STUDY ON THE PERFORMANCE OF AIR-LIFT PUMPS

By
Dr. Kamal Ahmed Abed

## ABSTRACT

Characteristics of air-lift pump for different inner diameters and submergences were established using a computer programmed mathematical model. For testing the model, the program was loaded by the available experimental data and the output results were compared with the experimental ones. For the analyzed case, a seemingly satisfactory conformity has been obtained between the computed and measured results. Six air-lift pumps which have ten meters riser length were tested and the results were analyzed. The inner diameters of the risers of those pumps are 15, 25, 35, 45, 55, 75 mm with different submergences. It is found that, increase of air flow rate was accompanied by corresponding increase in water flow rate, up to a condition where a maximum water flow is found. At smaller values of submergence, there was substantial reduction in the water flow rate. Increase of inner diameter was accompanied by corresponding increase of water flow for the examined diameters till certain diameter. Lift increases when both submerged part and inner diameter of the riser increase till a certain diameter and after that lift decreases when inner diameter of the riser increases.

## NOMENCLATURE

| | | |
|---|---|---|
| A | = Cross-sectional area of the riser pipe | m |
| Dd | = Pipe diameter at delivery | mm |
| Ds | = Pipe diameter at suction | mm |
| F | = Friction factor | |
| f | = Pipe roughness | |
| ID | = Inner diameter of the riser | mm |
| L | = Length of riser (Lift) | m |
| L1 | = Inlet pipe length at minimum submergence | m |
| Pi | = Absolute pressure at liquid surface | Pa |
| P2 | = Outlet pressure | Pa |
| Pi | = Pressure at inlet to riser | Pa |
| PL | = Friction loss per unit length pipe | Pa/m |
| PL1 | = Friction loss in inlet pipe | Pa |
| Qa | = Air flow rate | L/min |
| Qw | = Water flow rate | L/min |
| Re | = Reynolds number in pipe | |
| S | = Actual submergence depth | m |
| S1 | = Minimum submergence | m |
| Va | = Air superficial velocity in airlift | m/s |
| VL | = Liquid superficial velocity | m/s |
| VV | = Drift velocity | m/s |
| $\rho$ | = Liquid density | kg/m³ |

## 1. INTRODUCTION

Air lift pumps are simple devices consisting of a vertical riser tube partially immersed in the fluid to be pumped and into which air is injected at the base to produce an upward flow. The air-fluid mixture rises to the surface because it is lighter than the surrounding water in the well. All submerged parts are of simple design, can be made of plastic materials and without relative motion between its components.

In the early years of this century, air lift pumps were widely used for pumping water from artesian wells and from mine shafts, and for pumping in oil wells. Nowadays, air-lift pumps are used mainly for specialized tasks such as aerating water, preventing icing on some high-latitude, and as sea-bed "vacuum cleaners" in underwater exploration [1] and [2]. The air-lift pump can be used with the combination of wind turbine-compressor where the wind turbine can be placed at a windy site, e.g. on a hilltop, independent of the site chosen of the well. As an advantage, this system is used to store energy in compressed air for pumping water when the demand is high and/or the wind is low, [3].

## 2. DESCRIPTION AND THEORY

The method described by Clark and Dabolt [4] allows explicit calculation of the lift, given the airlift geometry and fluid flow rates. The calculation procedure is outlined in the following equations in order of evaluation. It was assumed in [4] that fluid friction is not a major

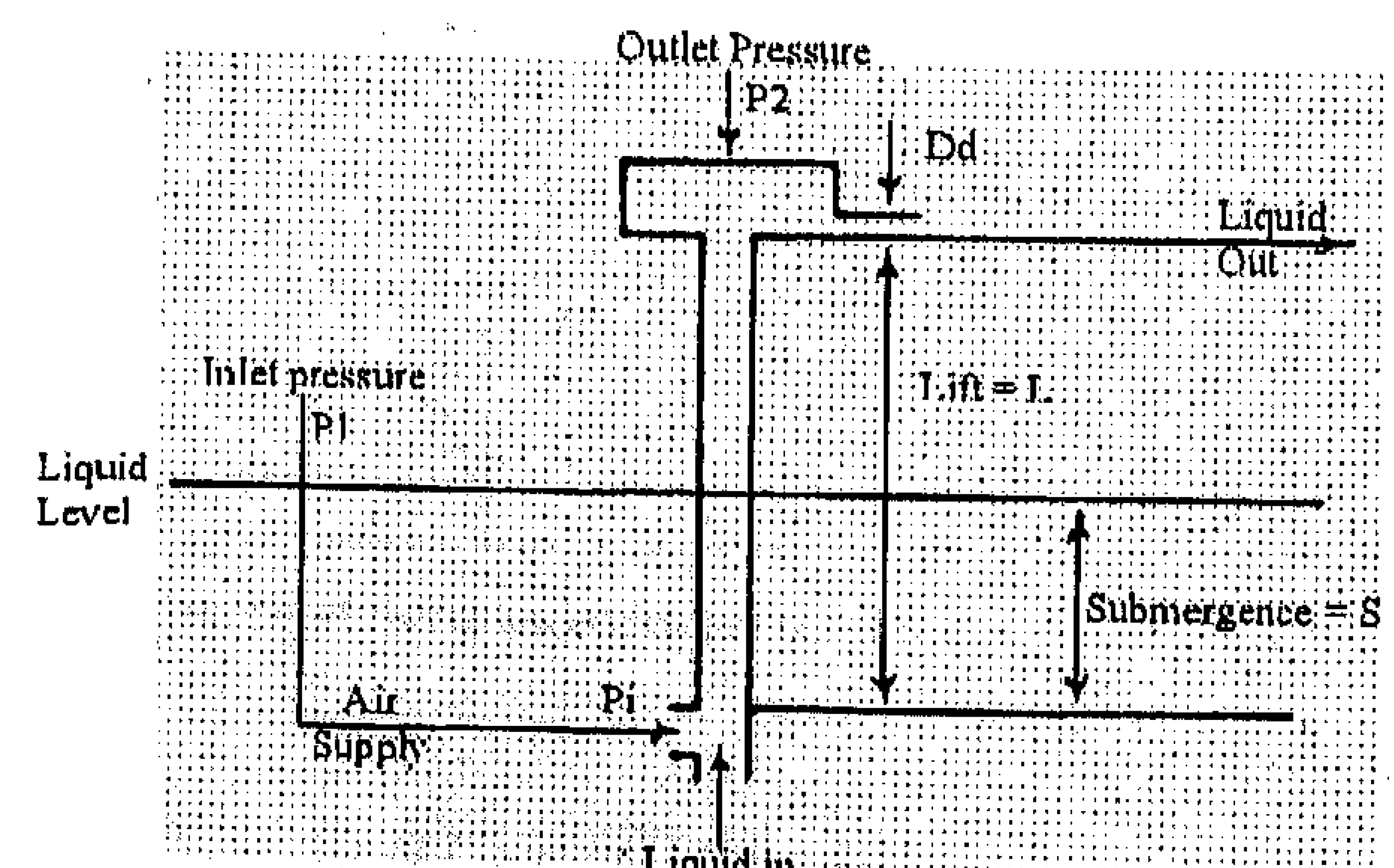


Fig. 1: Schematic diagram of the air-lift pump

Researcher, Department of Mechanical Engineering, National Research Centre, Dokki, Cairo, Egypt.

***REFERENCES***


- *Bigelow, E.W., A New Frontier Log Interpretation in Horizontal Well: Transaction of 33rd SPWLA Annual Logging Symposium, June 1992, Paper OO.*

- *Chadrac, J.L. and Wittrisch, L., Well Logging and Formation Evaluation in Horizontal Well: OAPEC - IFP Workshop on Horizontal Drilling, June 1992, Paper 5.*

- *El-Refai, E., Application of the Two Horizontal Wells in Egypt: OAPEC- IFP Workshop on Horizontal Drilling, June, 1992, Paper 9f.*

- *Ezzat, A. and Hassan, A., Use of an Advanced Technique in Reservoir Management and its Application in Drilling GUPCO's First Horizontal Well: Transaction of 12 Petroleum Explr. and Prod. Conference (EGPC), Nov., 1994.*

- *Giannesini, J.F., Horizontal Wells: An Overview: OAPEC-IFP Workshop on Horizontal Drilling, June, 1992, Paper I.*

- *Giger, F.M., Combe, J. and Reiss, L.H., 1983, L'Intérêt du Forage Horizontal pour l'Exploitation de Gisements d'Hydrocarbures: Revue de l'IFP, V. 38, No 2, P. 324-350.*

- *Nurmi, R.D., Wiltse, E. and Sapru, A., Middle East Reservoir Characterization Improved by Data from Horizontal Wells: SPE Paper 29816, 9th Middle East Oil Show and Conference, Bahrain, March, 1995.*

- *Singer, J.M., 1992, An Example of Log Interpretation in Horizontal Wells: The Log Analyst, V. 35, No. 2, P. 85-95.*

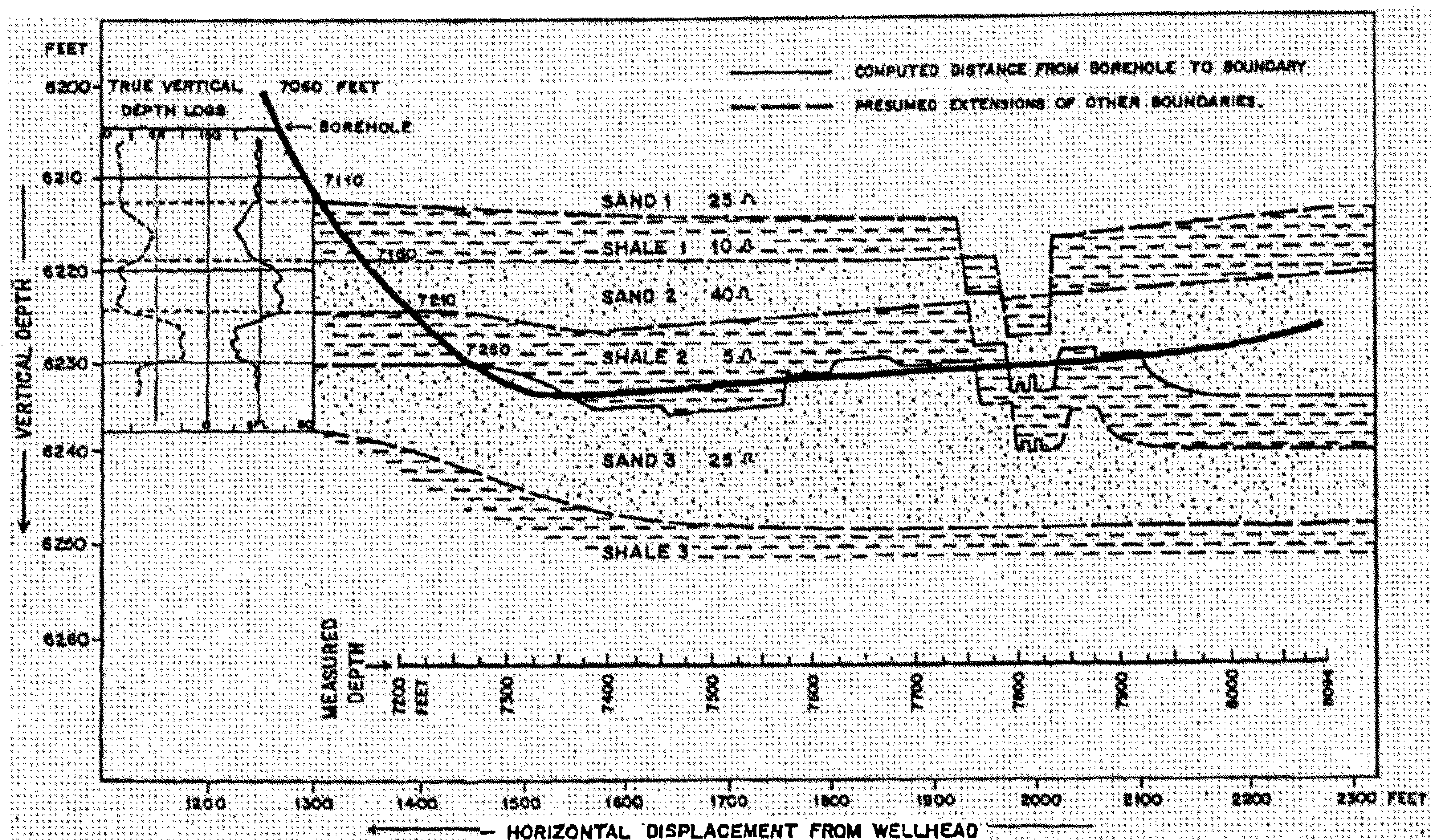



Fig. 4 - Interpreted cross-section showing the lateral changes in electrofacies and lithofacies characteristics along the horizontal section.

## CONCLUSION

In this case of the horizontal well example in the Gulf of Suez, discussed in the paper, the well was crossing a series of sands and shales. Many features of the expected logging tool responses were encountered and confirmed. This paper confirms that the logging responses should be corrected from surrounding beds effects and the distance to the boundary must be estimated. Using the concept of modelling is very important for an accurate interpretation. Based on the data collected from formation modelling and logging response modelling, it was possible to draw a cross-section of the formation around the well. This cross-section was completely impossible to be done from a vertical well. In the display of petrophysical properties and the formation cross-section, it was very obvious to observe the lateral change in water saturation and lithology along the horizontal section.

This horizontal well drilled and tested has given confidence to the use of the technique in future operations in the Gulf of Suez region. The progressively acquired experience in horizontal well techniques is now recognized and improves the prospect to use of this technique to solve different reservoir management problems. However, this technique has not yet strongly attracted the oil industry sector in Egypt.

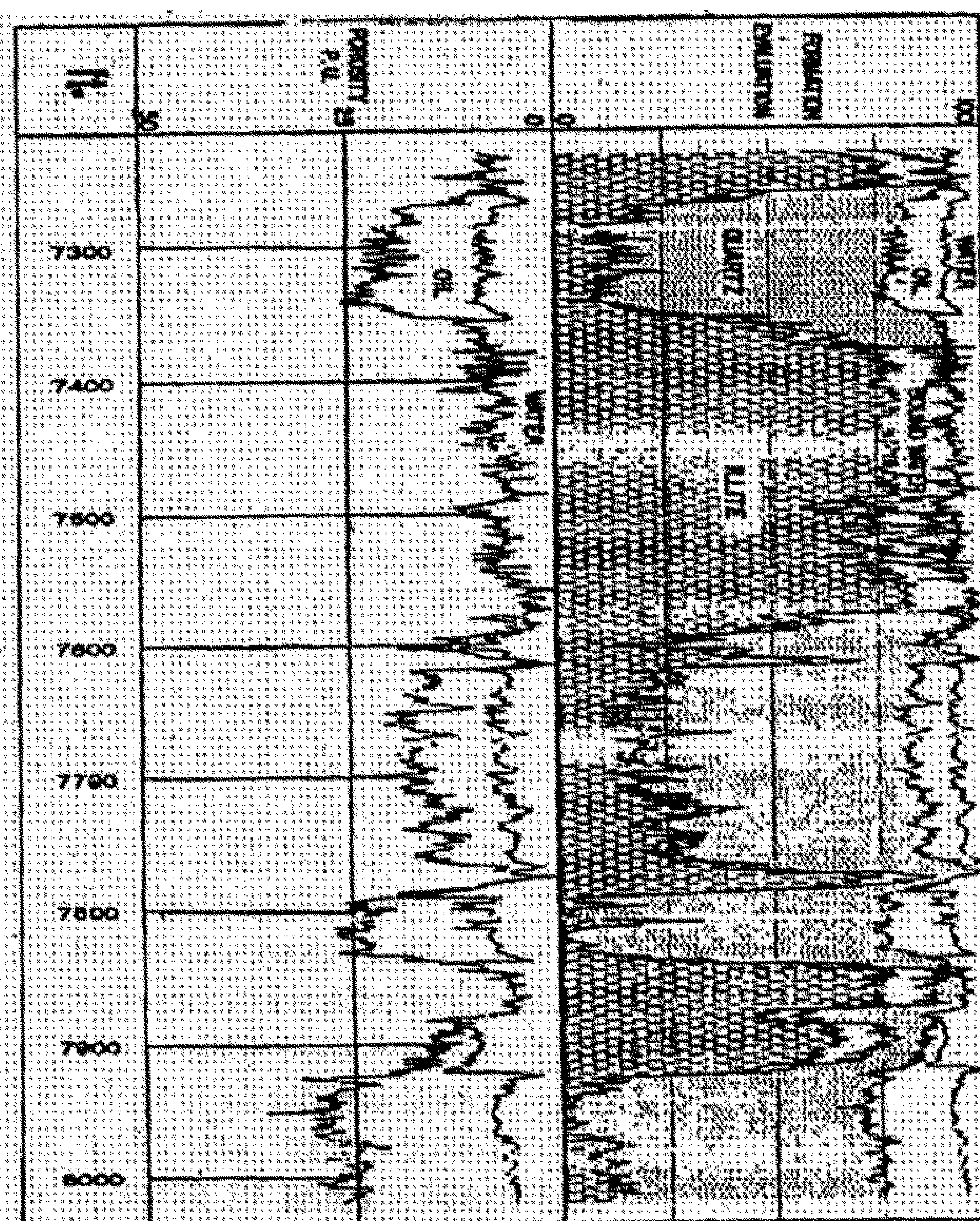



Fig. 5 - Display of formation evaluation of the horizontal section in the well.

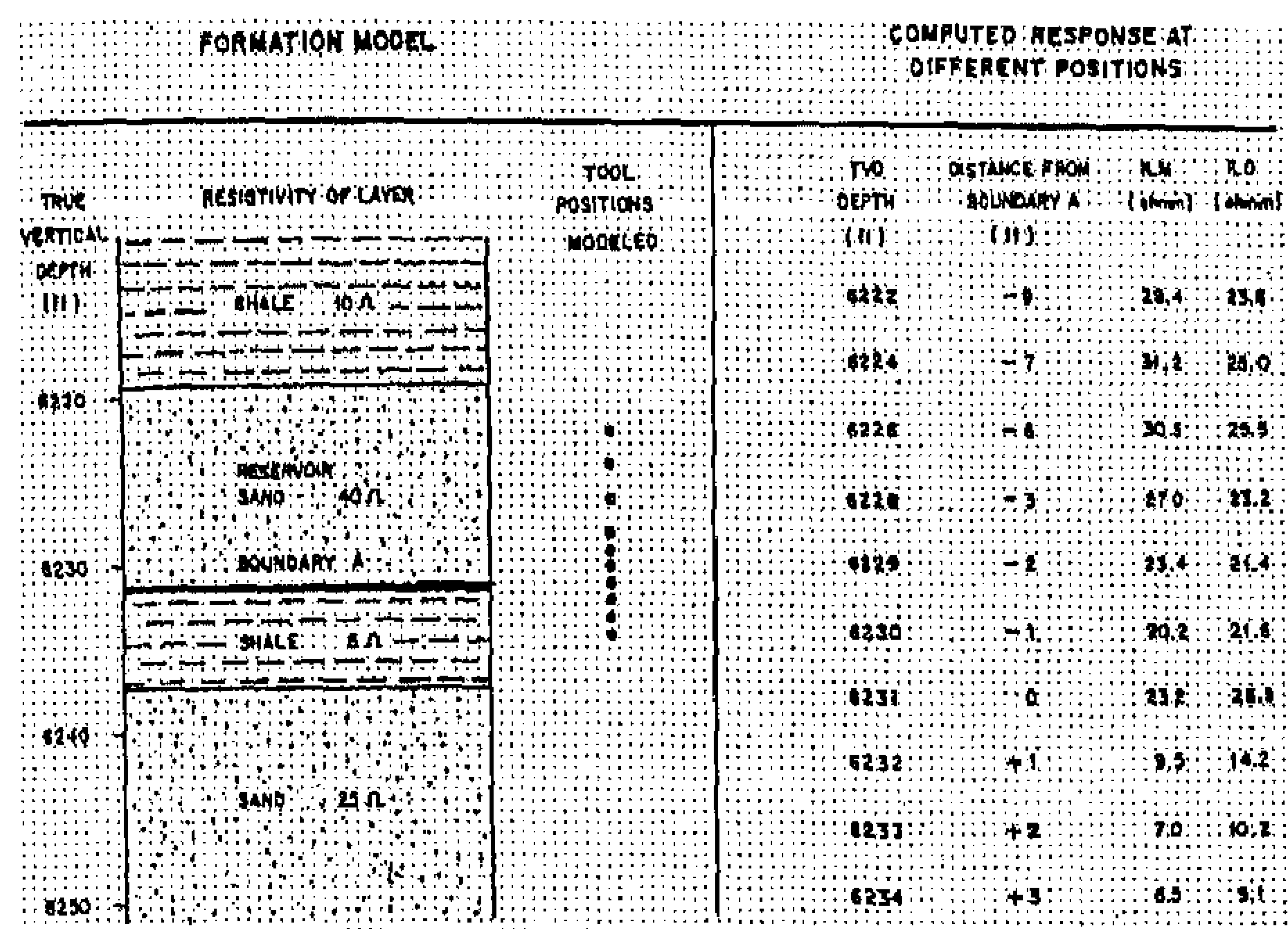



Fig. 2 - Model construction of resistivity response in the horizontal section

## Resistivity Modelling

The primary task involved determining both the position of the horizontal well bore in relation to the bed boundary and the true resistivities and thickness of those srata. In this case, resistivity values of the individual layers were estimated from the vertical section of the hole. Following that, the response functions of the GR and Neutron were used to estimate the distance of the wellbore to the bed boundary interface. With this information in hand, the model iteration proceeded. Fig. (2) illustrates the model construction. In this model, the horizontal well is at 6231 ft., the response is therefore modelled for 10 positions above and below the boundary. The tool position, whose modelled log response matches most accurately with the actual resistivity logging data shown on the formation model, is taken as the correct one. In this case, the tool positions -5 and + 3 were taken as accurate tool positions. Clearly, several solutions are possible. The tool response is affected by the resistivity above the boundary, the resistivity below the boundary, the distance of the well to the boundary and the thickness of the formation hosting the well section.

## Nuclear Tool Modelling

An interesting observation from the understanding of nuclear tool response characteristics also emerged in this well. Fig. 3 shows modelling responses of GR, neutron and density logs for shale- sand sequence. It is known that GR tool has no azimutal focus and responds to beds above and below, and on the side of the well while neutron and density tools are effectively focused downwards.

As seen in Fig. 3a and based on this fact, shale bed crossing the wellbore from above will be detected by GR before either of the downward reading of density and neutron devices. If the shale bed crosses from below, however, all three of the nuclear tools will see it simultaneously, Fig. 3b. Now, neutron and density tools can see the transition much earlier than in Fig. 3a . This model response depicts that, by studying the readings of GR and neutron-density logs, it is easy to estimate whether the layering interface is approaching from the top or the bottom.

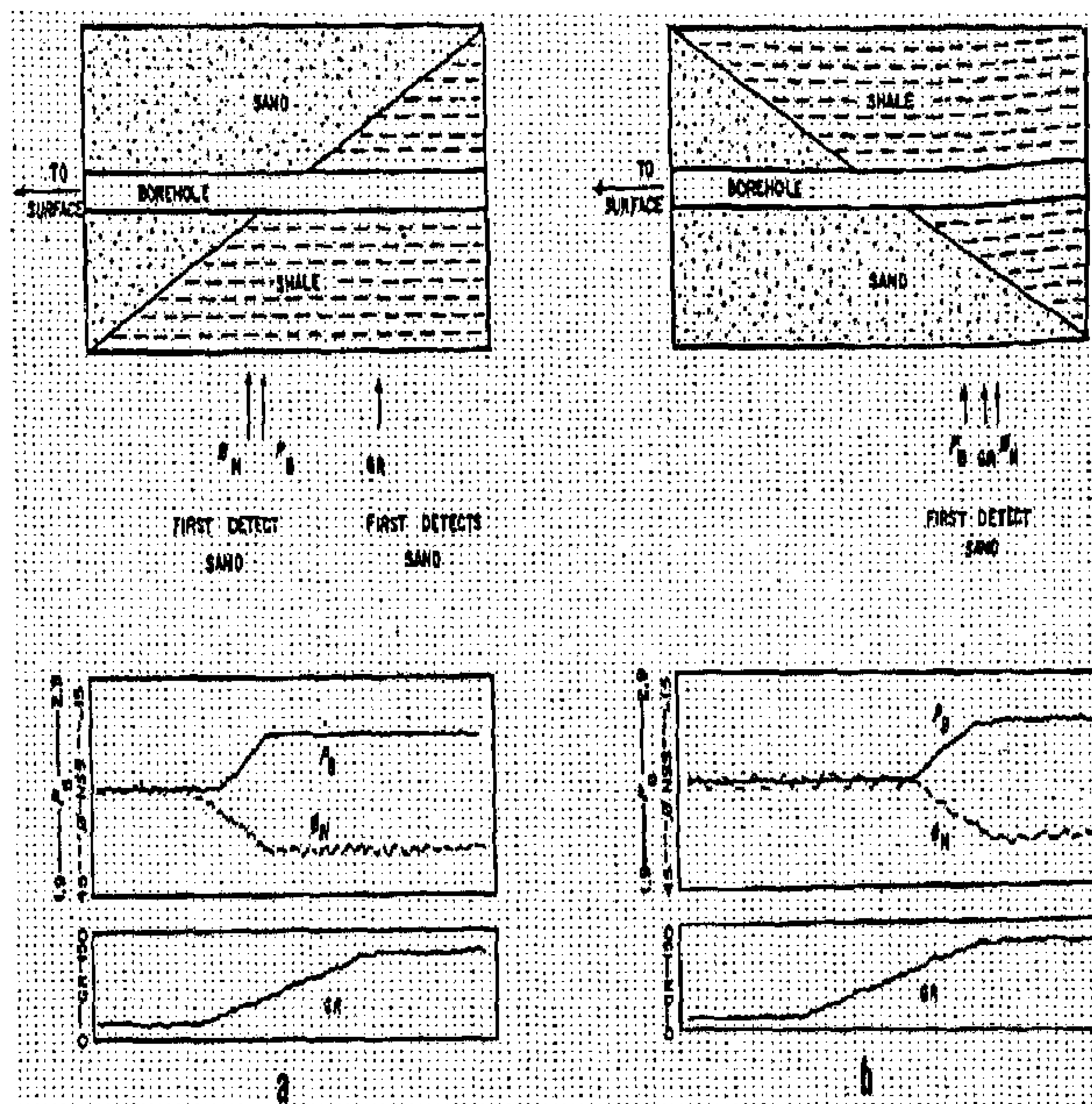



Fig. 3 - Responses of GR, Neutron and Density as the well crosses a boundary: a) Sand entering from above and b) Sand entering from below

## Rocks Characterization and Evaluation

Information from resistivity model and nuclear tools response models are combined together to give a clear idea about resistivity and lithology distribution around the boundary. This combined information, together with the recorded log data are analyzed and interpreted to produce the final display of Fig. 4. This figure illustrates the well trajectory through the beds of various resistivities. The interpretation chosen is based on the neutron - density and GR responses at the boundaries 7375 ft. and 7580 ft. Considering the arguments shown in Fig. 3 and going from the bottom of the well to the surface, it appears that sand is approaching from the bottom at 7375 ft. while shale is approaching from the top at 7580 ft. At the depths 7750 ft. and 7850 ft., there is sudden change in lithology and boundary which could be attributed to local fault affecting the lateral facies characteristics. The inspection of log data shown in Fig. 1 shows that there are two types of sands. The sands below 7790 ft have higher resistivity readings and lower GR readings than the ones above. Evaluation of the petrophysical properties was made using the ELAN program with the option quartz-illite- oil - water model and resistivity (ILM and ILD), neutron - density and GR tools responses, except below 7880 ft., where the density log readings are not available. The final petrophysical evaluation of the horizontal section in this well is shown in Fig. 5 using resistivities predicted by the model results and nuclear tools readings. The sharp changes in resistivities cause some sharp changes in water saturation. As expected, the two sands below 7790 ft. have better reservoir characteristics than the two sands above. The reservoir quality diagnosed by this answer was born out by a later production test of the hole interval, which gives a moderate rate that the well was eventually also completed further uphole in the vertical section.

### Thin Reservoirs

In these reservoirs, horizontal wells open up a much larger area of the reservoir in comparison to a vertical well. In matrix permeability reservoirs, vertical permeability is usually lower than horizontal permeability due to layering and bedding. This factor means that increase in production is not directly proportional to the horizontal well length. But, in many cases, the well productivity can be further improved by increasing the sinuosity of the drainhole. In the case of Badri field, Gulf of Suez, the horizontal well undergoes a depth tolerance of about 10 ft., but the well sinuosity has increased the well bore exposure. The well penetrated the reservoir interval at high angle (85 deg.) and, at the end of the horizontal section, the angle became an inverted angle. This change in angle, together with the sinuosity of the drainhole, had led to a well control of the gas entry from the reservoir secondary gas cap (Ezzat, 1994).

### Hydraulic Heterogeneous Reservoirs

In these reservoirs, a vertical well may only intersect a low porosity interval. However, a horizontal well will intersect reservoir rocks with a variety of different permeability and porosity and the best intervals could be selected for perforation. In Sidki field, Gulf of Suez, the producing sections are suffering from a severe vertical heterogeneity nature of the petrophysical properties which caused fluids vertical segregation. This fluid segregation leads to high GOR and low oil production. These reservoir conditions ushered the reservoir engineering team to use horizontal well to increase oil production and keep the gas trapped in the reservoir.

### High Gas and Water Rates Reservoirs

A well's gas or water coning tendencies are reduced by the decrease in drawdown pressure brought by horizontal drilling. The short production interval in a vertical well encourages a sharp pressure drawdown around the well which causes undesired high GOR or water cut. However, in a horizontal well, a longer section is open to the wellbore and drawdown pressure, and hence coning problems are reduced. The lower drawdown also results in increased ultimate recovery because it reduces the risk of uneven depletion and gives an even sweep across the reservoir. In El-Salam and Hayat oil fields, Western Desert, Egypt, the reservoirs were suffering from high water rates. Horizontal wells had reduced significantly the water production and increased productivity indices by a factor of 10 compared with the vertical wells in the fields (El-Refai, 1992).

## CASE - STUDY RESULTS AND DISCUSSION

Logging tools were originally designed to measure properties of formations crossed by vertical wellbores. In horizontal wells, layers are seen going away of the tool instead of being crossed in a continuous progression. Depending on their measurement systems, individual tools give a variety of responses to the horizontal well.

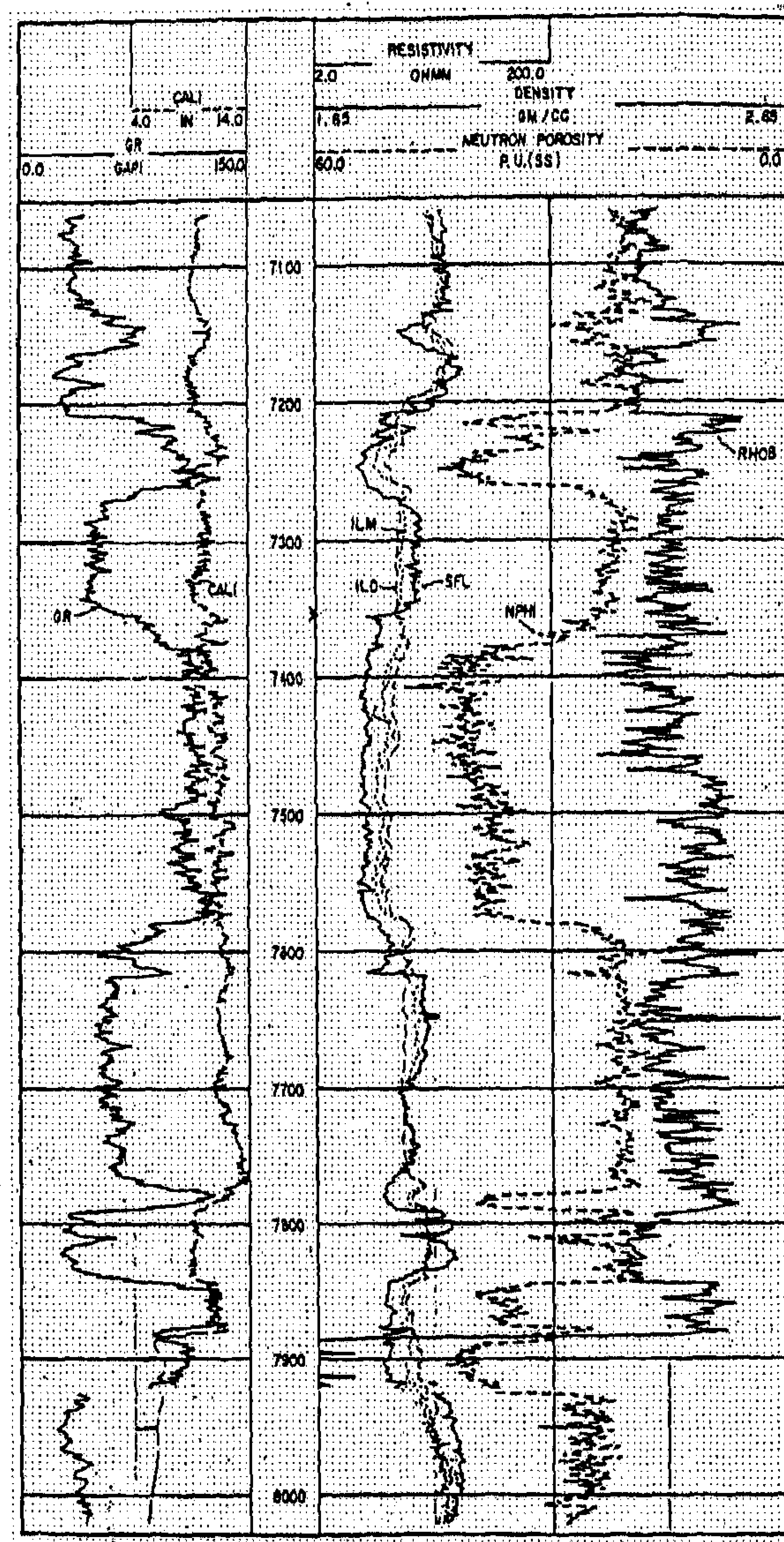



Fig. 1 - Horizontal well logging record

These different responses have to be well understood to achieve the interpretation objectives. One of the most important aspects of interpreting horizontal wells is the early preparation of logging program. This requires a clear understanding of the well's objectives and target zones by adopting the modelling approach (Chardac and Witterisch, 1992, and Giannesini, 1992).

The goal of this interpretation was to identify how much of the sand reservoir existed in the horizontal section and to assess its reservoir rocks characteristics. The recorded logs after borehole corrections for one well in the Gulf of Suez are shown in Fig. 1. If the horizontal section had stayed in the sand reservoir, we could expect the logs to have nearly consistent behavior. But the logging data indicates that lithology is changing along the traverse of the hole. This implies that the wellbore trajectory is moving in and out of a sand-shale parallel interface.

# CHARACTERIZATION OF LITHOFACIES PROPERTIES OF RESERVOIR ROCKS USING COMBINED LOGGING DATA IN HORIZONTAL WELLS

By
G.M. Hamada*

## ABSTRACT

Horizontal wells provide an excellent opportunity to define the reservoir rock characteristics in area between standard wells. Horizontal wells often encounter sudden changes in lithology which may indicate that the formation is heterogeneous or that a fault is present.

This paper presents an overview of the reservoir conditions which lead to the recommendation of horizontal wells in certain oil fields in Egypt. In this study, models of logging tool's responses are provided and interpreted. The result of such interpretation was an improvement in formation evaluation and an estimate of the depth of investigation. Field examples present lithological identification of reservoir rocks using data from resistivity logs and radioactive logs. This was to identify the lithofacies properties and to conduct a close evaluation of the reservoir rocks.

## INTRODUCTION

The purpose of drilling horizontal wells is to increase productivity, to drain the reservoir more efficiently and to justify the cost of exploitation. Reservoirs with thin vertical pay thickness, potential coning problems, and fractured carbonates or shales have been the dominant targets to date. The general drilling philosophy is to traverse a large portion of the reservoir's productive interval (Bigelow, 1992). The early use of horizontal wells in the Middle East region has been to overcome excessive water production problems in reservoirs with vertical wells. This was the publicly stated reasons for the first use of horizontal wells in many countries including carbonate reservoirs in Turkey (by Shell), Cretaceous sandstone in the Western Desert of Egypt (by Khalda), and the Paleozoic sandstone of Southern Oman (by PDO). A good review of horizontal well applications is to be found in (Nurmi et al, 1995 and Giannesimi, 1992).

More and more horizontal wells have been drilled throughout the world and trend is still spreading. Techniques have been developed or are under processing in order to optimize the formation evaluation and the production through the horizontal section of the horizontal well. From this point of view, one of the most important needs is formation evaluation from horizontal wells which provide a potential means for better reservoir appraisal.

In a vertical well, the logging objectives are generally:

- Determination of the oil water contact.
- Determination of lithology and porosity.
- Evaluation of saturation.
- Identifying barriers in the reservoir.
- Determination of pressure and permeability.

In horizontal wells, these no longer apply for several reasons: Oil-water and gas-water contacts are being avoided because the well's objective is confined to oil zone; saturation is assumed to be constant from the start of the well project, and lithology is well known from local vertical wells although the information can be misleading. Logs in horizontal wells are used for:

- Identifying fractures,
- Evaluating saturation, lithology and porosity,
- Determining pressure and permeability and
- Identifying heterogeneities.

This paper is concerned with the analyses of MWD data of a particular case of horizontal well in the Gulf of Suez region. The data is interpreted to identify the lithofacies characteristics and petrophysical properties of reservoir rocks crossed by the the horizontal section of the well.

## CANDIDATE RESERVOIRS FOR HORIZONTAL WELLS

Reservoir management teams must carefully consider the most effective direction for the horizontal trajectory across the reservoir. Consideration is not only to achieve optimum production, but also to perform measurements that are necessary to accurate reserve estimate. Horizontal wells are revealing that reservoirs are not as homogeneous or isotropic as assumed, a conclusion supported by results of enhanced oil recovery projects carried out during the past years (Giger et al, 1983, Singer, J., 1992 and Bigelow). There are many types of reservoirs where production can be significantly increased using horizontal wells.

*Faculty of Engineering, Cairo University, Egypt

In all curves of Figs. 4 through 8 the time difference percentage decreases, as the initial head ratio H1/H2 increases. In fact, increasing H1/H2 results in increasing the initial head, H1, which corresponds to a higher value of the initial Reynolds' number. As reported above, higher values of Reynolds' number mean closer values of the exact and approximate values of the friction coefficient.

## CONCLUSION

A computer program is developed to provide accurate estimation of the time of emptying a reservoir connected to a pipe. The solution considers an accurate estimation of the friction coefficient. A comparison of the accurate and approximate times of emptying reservoirs shows that time estimates which consider approximate values of the friction coefficient may be in error by m( 25%. Such high error percentages may be fo long pipes, small initial heads and small pipe dia )n the other hand, if the approximate friction ent is considered for short pipes, high initial h large pipe diameters, the estimated time may be by less than 1%.

## APPENDIX NOTATIONS

The following symbols are used in this |

$A$ = quantity defined by Eq. (13)

$A_0$ = quantity defined by Eq. (16)

$A_r$ = cross-sectional area of reser

$a$ = cross-sectional area of pipe:

$B$ = quantity defined by Eq. (14

$C$ = constant defined by Eq. (5)

$C_1$ = quantity defined by Eq. (24)

$C_2$ = quantity defined by Eq. (25)

$C_3$ = quantity defined by Eq. (30)

$C_4$ = quantity defined by Eq. (29)

$C_5$ = quantity defined by Eq. (28)

$C_6$ = quantity defined by Eq. (27)

$C_7$ = quantity defined by Eq. (26)

$D$ = diameter of reservoir

$d$ = pipe diameter

$F$ = quantity defined by Eq. (19)

$f$ = friction coefficient

$f_a$ = approximate friction coefficient

$g$ = acceleration due to gravity

$H$ = head acting on a pipe

$H_1$ = initial head

$H_2$ = final head

$h_f$ = friction head loss

$h_m$ = head loss in fittings

$k$ = coefficient representing pipe minor losses

$L$ = pipe length

$Q$ = pipe discharge

$Q_{a1}$ = approximate pipe discharge at initial head

$Q_1$ = pipe discharge corresponding to initial head

$Q_{a2}$ = approximate pipe discharge corresponding to final head

$Q_2$ = pipe discharge corresponding to final head

$R$ = Reynolds' number

$T$ = time of emptying a reservoir

$T_a$ = approximate time of emptying a reservoir

$V$ = average pipe velocity; equivalent absolute roughness of pipe

$\nu$ = kinematic viscosity of liquid.

## REFERENCES


*[1] R. Khurmi, "A Textbook of Hy 'S. Chand & Co., New Delhi, 1978.*

*[2] N. Hwang, "Fundamentals Hy Engineering Systems," Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1981.*

*[3] V. Streeter and B. Wylie, "Flui ics," 1st Metric Ed., McGraw-Hill Co., New York, 1983.*

*[4] J. Vennard and R. Street, "Ele Fluid Mechanics," 6th Ed., John Wiley & Sons, 1982.*

*[5] H. Hathoot, "Unsteady Flov 1 Pipes," Bull. Faculty of Engrg., Alexandria Univ., Vol. XXV, 1986 and Vol. XXVI, 1987.*

*[6] P. Swamee and A. Jain, "Ex iations for Pipe Flow Problems, Journal of Hydraulics Division, ASCE, May 1976, pp. 657-664.*

*[7] H.M. Hathoot, "Unsteady ough a Pipe with Fittings," ICID Proc. 6th Afro-Asian Regional Conference, Cairo, Egypt, Vol. 2, 1987.*

*[8] S.W. Churchill, "Friction-f iation Spans all Fluid-flow Regimes," Chem. Engrg., 84(24), 91-92, 1977.*

*[9] L.G. James, "Principles of igation System Design," John Wiley & Sons, New York, N.Y., 1988.*

*[10] H.J. Finkel, Editor, CRC H . of Irrigation Technology, Vol. 1, CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, 1982.*

*[11] R.D. Von Bernuth, "Simpl urate Friction Loss Equation for Plastic Pipe," J. Irrig. & Drain. Engrg., ASCE, 116 (2), 294-298, 1990.*

*[12] H.M. Hathoot, "Minimu Design of Horizontal Pipelines," J. Transport. Engrg., ASCE, 110(3), 382-389, 1984.*

*[13] H.M. Hathoot, "Minimu esign of Principles," J. Transport. Engrg., ASCE, 112(2), 465-480, 1986.*

*[14] P.N. Cheremisinoff, N.P sinoff and S.L. Cheng, Ed:, Civil Engineering Practice, 2-Hydraulics/Mechanics, Technomic Pub. Co. La ennsylvania, 1988.*

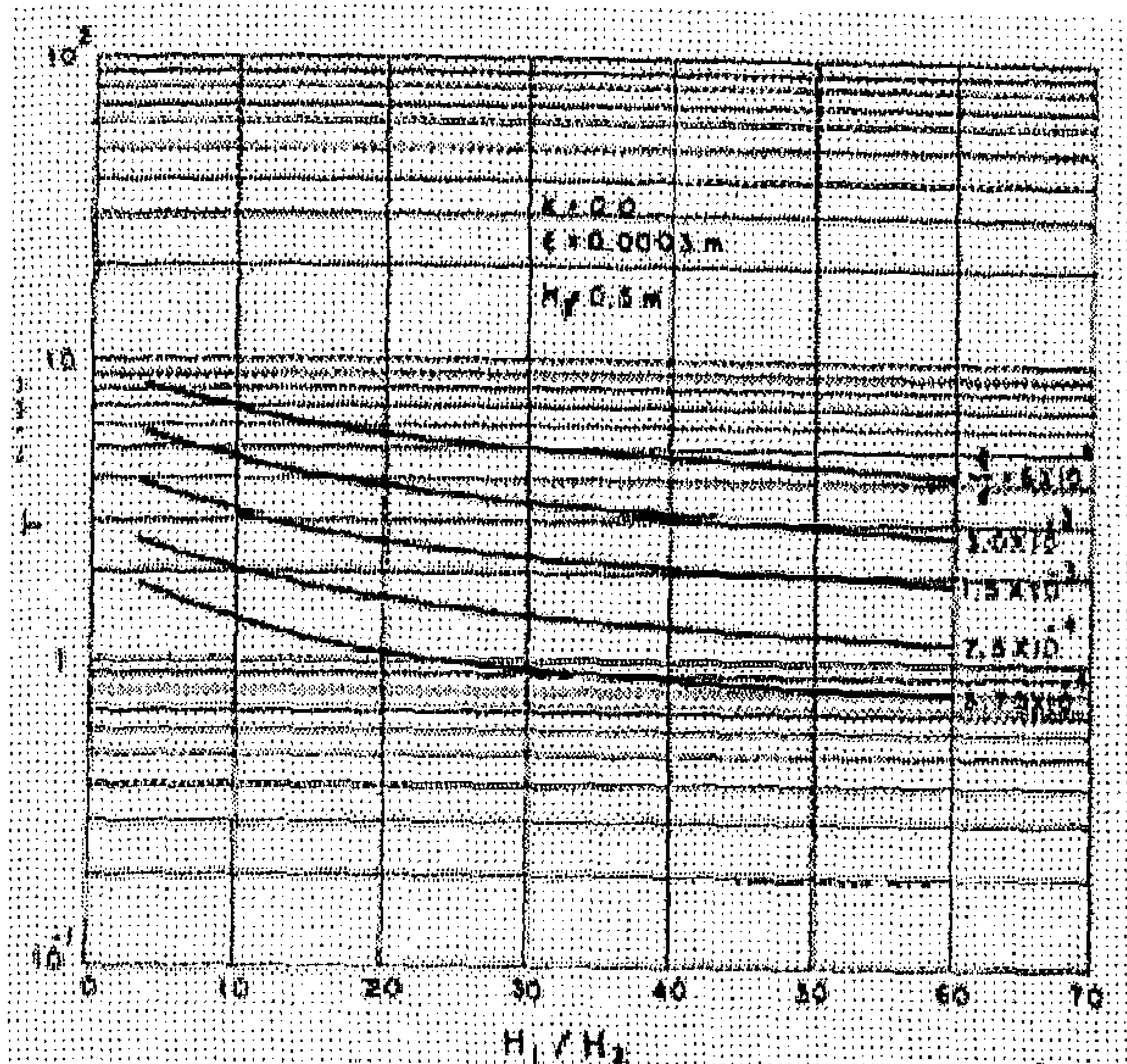



Fig. 4 - Time difference percentage versus initial head ratio (L = 100 m)

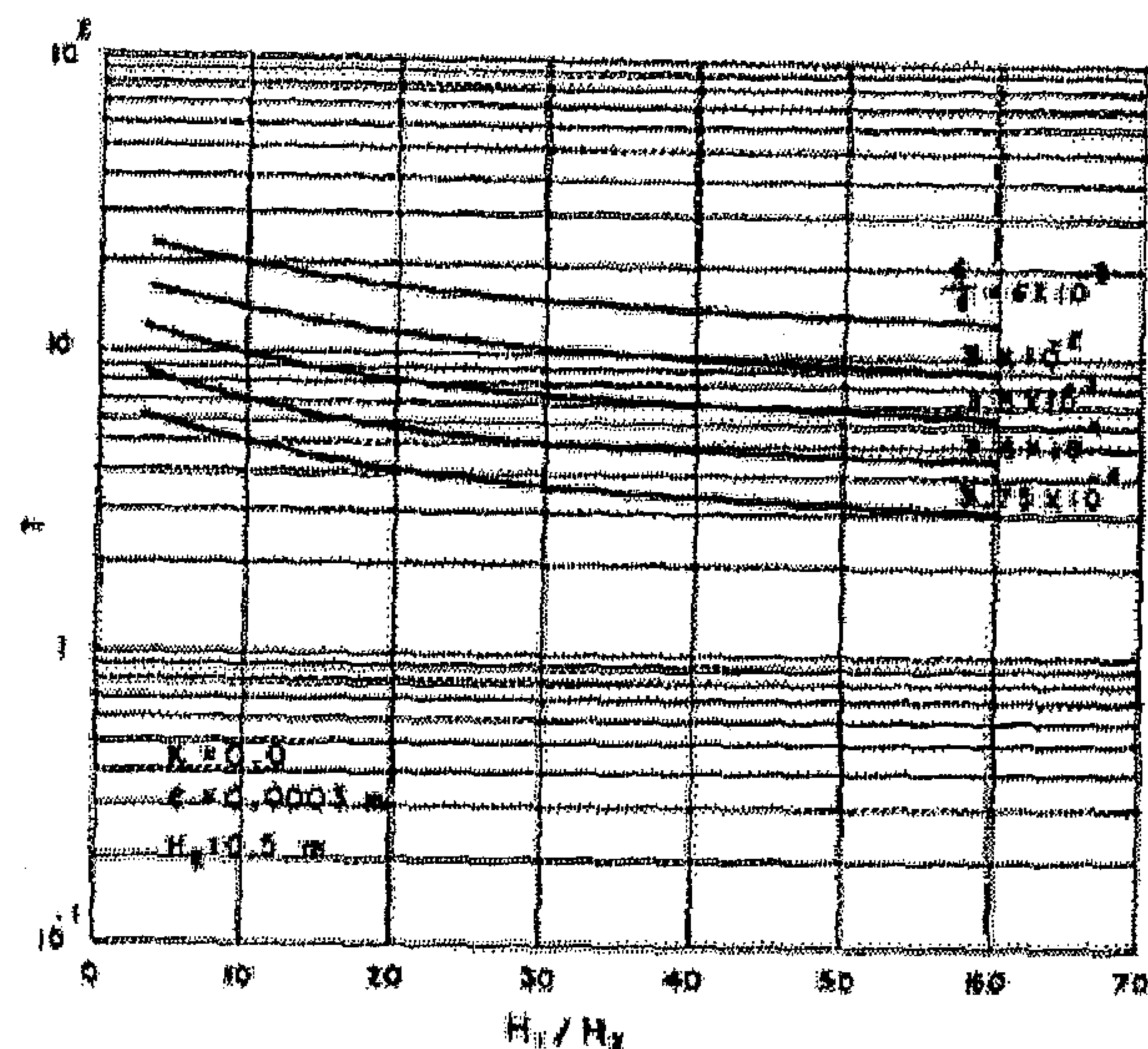



Fig. 7 - Time difference percentage versus initial head ratio (L = 2000 m)

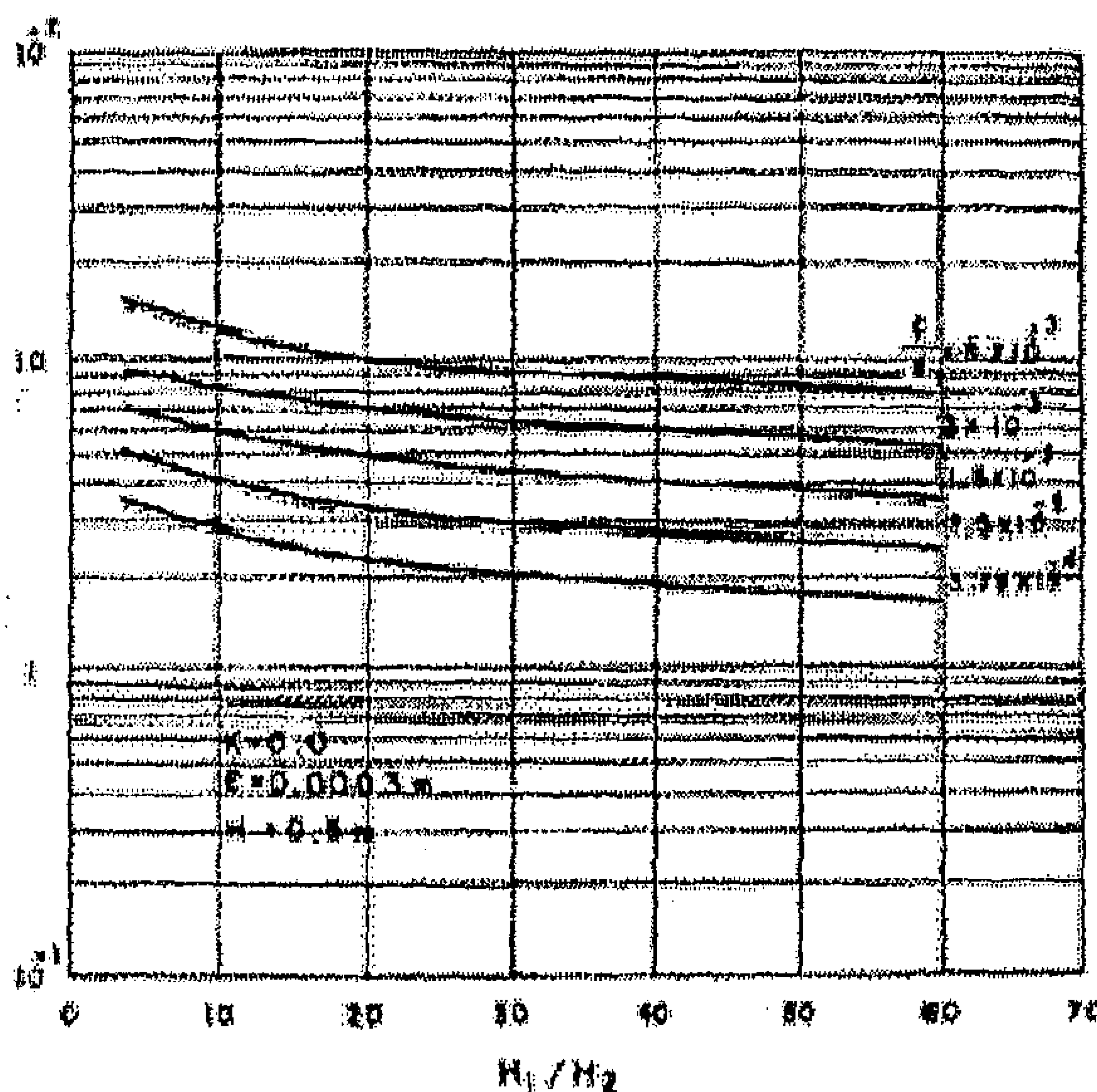



Fig 5 - Time difference percentage versus initial head ratio (L = 500 m)

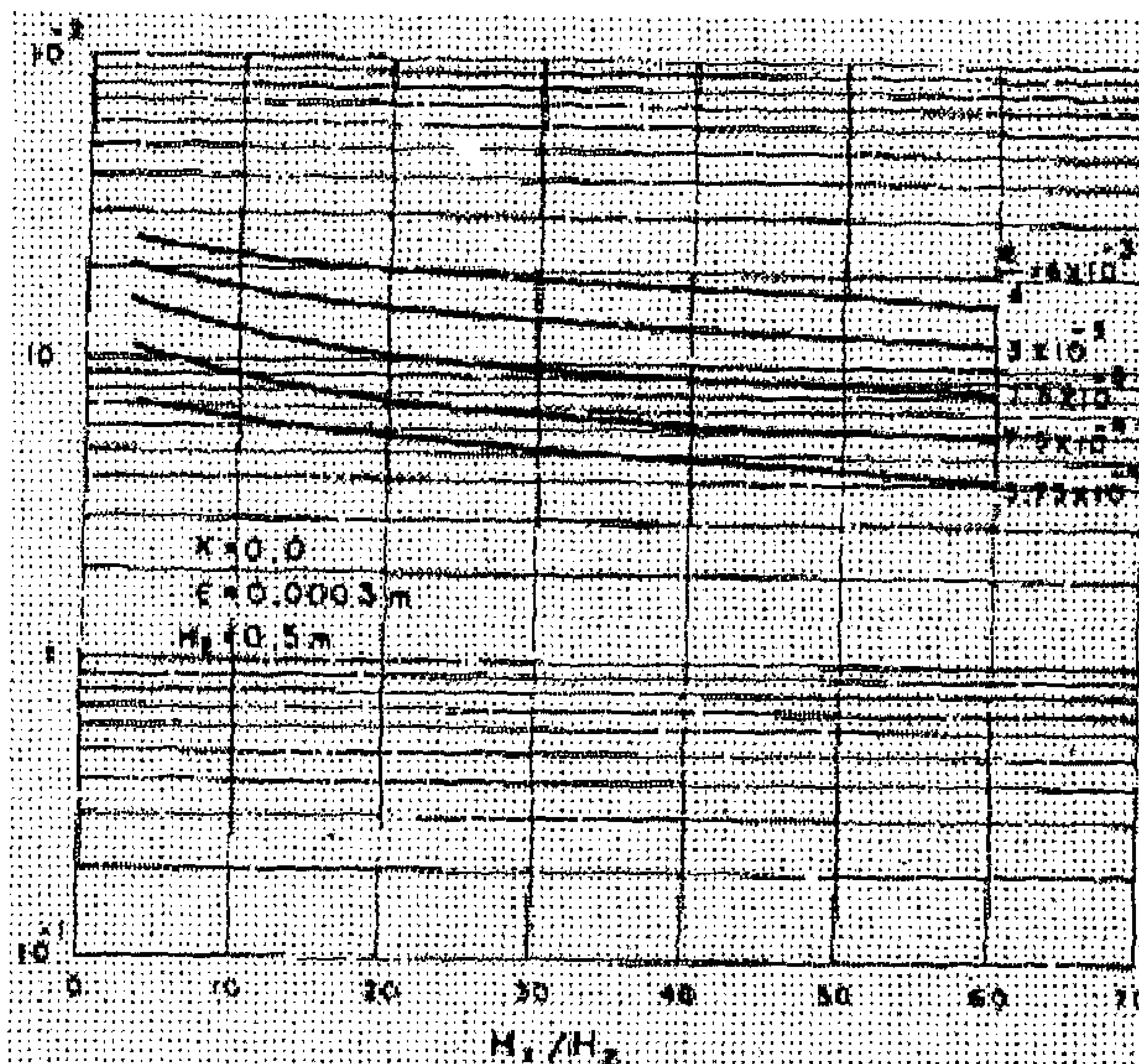



Fig. 8 - Time difference percentage versus initial head ratio (L = 4000 m)

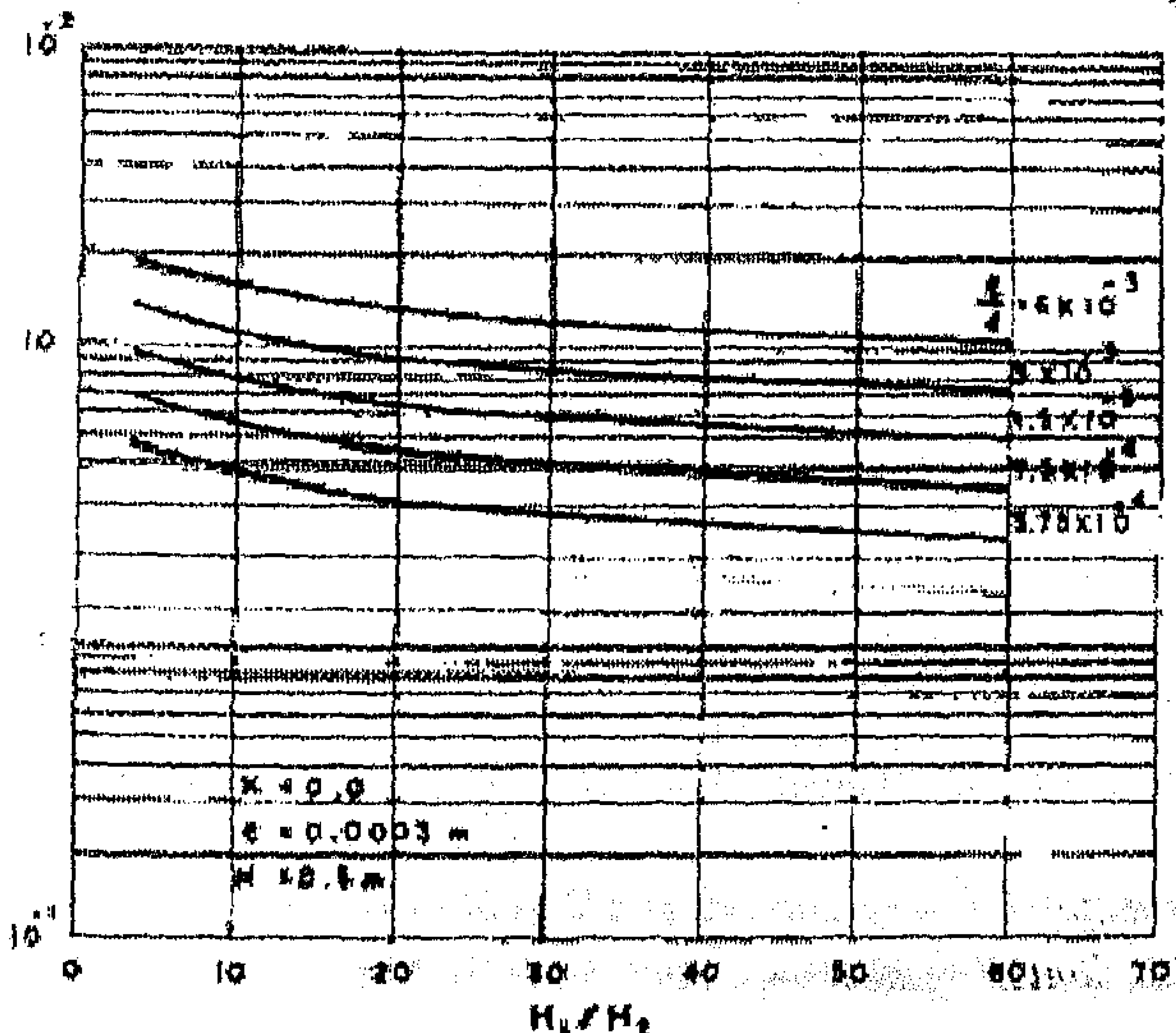



Fig .6 - Time difference percentage versus initial head ratio (L = 1000 m)

In Figs. 4 through 8, comparisons are made between exact and approximate estimations of the time of emptying cylindrical reservoirs for a variety of conditions. In Figs. 4 through 8, it can be seen that in all cases the time difference percentage increases as the pipe length increases. This may be attributed to the fact that for shorter pipe length resistance to flow is less and discharge is greater, and hence Reynolds' numbers are higher. By referring to the Moody diagram, it is shown that, at higher Reynolds' numbers, curves flatten and hence exact and approximate values of the coefficient of friction, f and $f_a$ become closer to each other. For given values of L and $H_1/H_2$, it is clear that the time percentage difference increases as ε/d increases. This is because, at higher ε/d values, d is smaller and Q and hence R are smaller and, as mentioned above, as R becomes smaller, the difference between exact and approximate friction coefficients increases (Moody diagram).

emptying a reservoir, the friction coefficient was previously assumed constant and the flow was assumed fully turbulent. Equation (9) may be used to estimate the approximate time of emptying a reservoir, taking into account that the friction coefficient is independent of the discharge. Therefore, using Eq. (9) and substituting $df/dQ=0$:

$$T_a = -\int_{Q_{a1}}^{Q_{a2}} 2CA_r\left(\frac{f_a L}{d}+k\right) dQ \qquad (35)$$

Integrating and simplifying:

$$T_a = 2CA_r\left(\frac{f_a L}{d}+k\right)(Q_{a1}-Q_{a2}) \qquad (36)$$

## COMPUTER PROGRAM

It is evident that the integral of Eq. (23) is to be evaluated numerically. A computer program is presented to evaluate the actual time required to empty a cylindrical reservoir. The program is also designed to compare the accurate time with the approximate one taking into account a wide range of variables. In Fig. 2 is shown a detailed flow chart of the program.

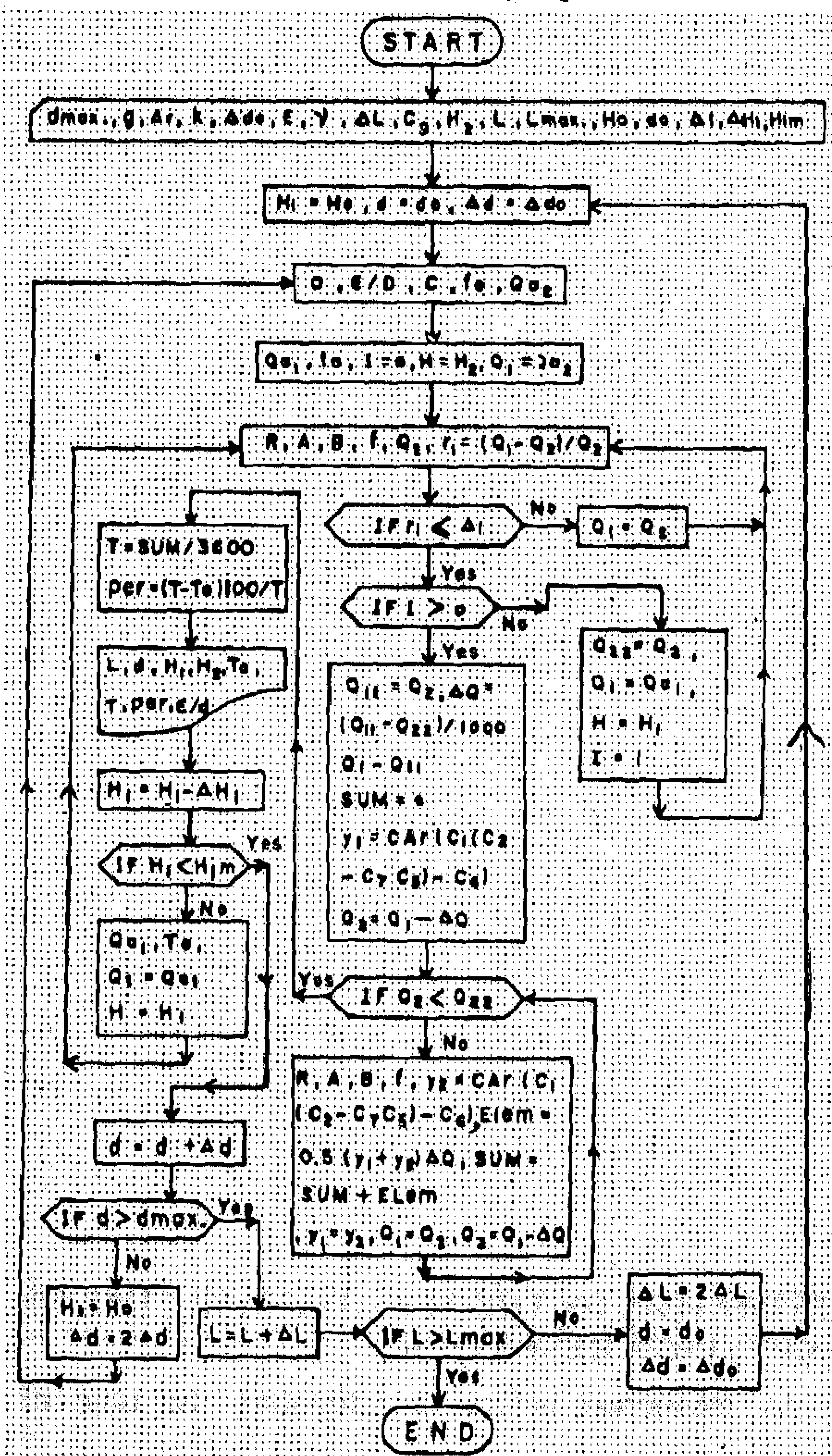



Fig. 2 - Flow chart of the computer program

## ANALYSIS OF THE RESULTS

A wide range of variables are considered, in applying the computer program of Fig. 2, to discuss and analyze the problem of emptying a cylindrical reservoir. The final acting head is fixed to the value $H_2 = 0.5$ m. On the other hand, the initial head is given the values $H_1 = 30$ m, 26 m, 22 m, 18 m, 14 m, 10 m, 6 m and 2 m. In all computer runs, the equivalent absolute roughness is taken $\varepsilon = 0.0003$ m and the kinematic viscosity $\nu = 1.01 \times 10^{-6}$ m²/s (water at 22°C). The pipe diameter ranges between 0.05 m and 0.8 m, whereas pipe length between 100 m and 4000 m.

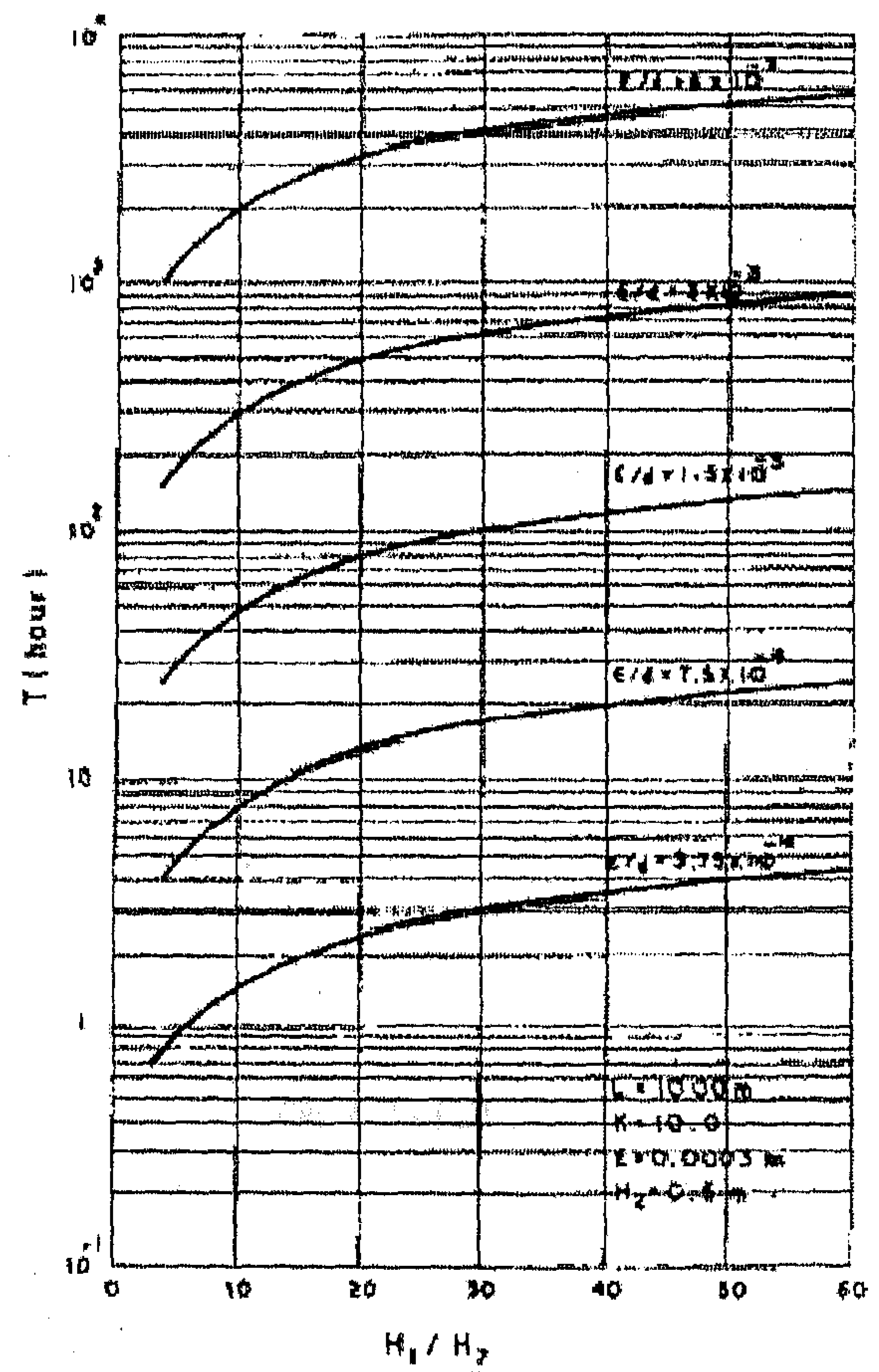



Fig. 3 - Exact time of emptying a cylindrical tank versus initial head ratio

In Fig. 3 is shown sketched the exact time versus the head ratio $H_1/H_2$ for various pipe diameters for a length of 1000 m. The coefficient summing up form losses in the pipe is taken k = 10. It is evident from Fig. 3 that time increases as $\varepsilon/d$ increases. This should be expected since high $\varepsilon/d$ values mean more resistance to the flow and vice versa. It is also clear that curves are steeper at smaller head ratios; in other words $\Delta T/\Delta (H_1/H_2)$ is greater at smaller head ratios. This is because $\Delta T/\Delta (H_1/H_2) = (\Delta T/\Delta H_1)H_2$, as $H_2$ is constant and it is clear that for the same $\Delta H_1$ time is longer at smaller initial heads than that at higher initial ones.

$$\frac{dA}{dQ} = -35.3808\, A^{15/16} \left(\frac{f}{Q}\right)\left(\frac{7}{R}\right)^{0.9} \qquad (18)$$

in which

$$F = \left(\frac{7}{R}\right)^{0.9} + 0.27\left(\frac{\varepsilon}{d}\right) \qquad (19)$$

and

$$\frac{dB}{dQ} = -\frac{16\,B}{Q} \qquad (20)$$

Substitution of Eqs. (17), (18) and (20) into Eq. (15) yields:

$$\frac{df}{dQ} = -\frac{(8)^{12}L}{Qf^{11}}\left\{\left(\frac{8}{R}\right)^{12} - \left[\frac{2}{(A+B)^{2.5}}\right] \bullet \left[2.2113\, A^{15/16}\; F\left(\frac{7}{R}\right)^{0.9} + B\right]\right\} \qquad (21)$$

Substituting df/dQ as given by Eq. (21) into Eq. (9), simplifying and rearranging;

$$T = \int_{Q_1}^{Q_2} CA_r \left\{\frac{(8)^{12}L}{df^{11}}\left\{\left(\frac{8}{R}\right)^{12} - \left[\frac{2}{(A+B)^{2.5}}\right] \bullet \left[2.2113\, A^{15/16}\; F\left(\frac{7}{R}\right)^{0.9} + B\right]\right\} - 2\left(\frac{fL}{d} + k\right)\right\} dQ \qquad (22)$$

For convenience Eq. (22) is put in the form:

$$T = \int_{Q_1}^{Q_2} CA_r\; \{C_1[C_2 - C_7 C_5] - C_6\}\; dQ \qquad (23)$$

in which

$$C_1 = \frac{(8)^{12}L}{df^{11}} \qquad (24)$$

$$C_2 = \left(\frac{8}{R}\right)^{12} \qquad (25)$$

$$C_7 = \frac{2}{(A+B)^{2.5}} \qquad (26)$$

$$C_6 = 2\left(\frac{fL}{d} + k\right) \qquad (27)$$

$$C_5 = C_4 + B \qquad (28)$$

$$C_4 = 2.2113\, A^{C_3}\, F\left(\frac{7}{R}\right)^{0.9} \qquad (29)$$

and

$$C_3 = \frac{15}{16} \qquad (30)$$

**Estimation of Integration Limits**

As mentioned above the integration limits, H1 and H2 of Eq. (7), are replaced by the limits Q1 and Q2 of Eq. (9). Therefore, it is necessary to estimate Q1 and Q2 corresponding to H1 and H2, respectively. According to Eq. (4), the pipe discharge is given by:

$$Q = \sqrt{\frac{H}{C\left(\frac{fL}{d} + k\right)}} \qquad (31)$$

However, Eq. (31) is implicit since the friction coefficient, f, generally depends upon both Reynolds' number, hence the discharge, and the relative roughness of the pipe. The friction coefficient, f, given by Eq. (10) can be inserted into Eq. (31) which may be solved by trial and error. At the first trial step, a preliminary discharge may be estimated by assuming wholly rough turbulent flow. In this case, the friction coefficient (3,4,14) is given by:

$$f_a = \frac{1}{\left(1.14 + 2.0\,\log\frac{d}{\varepsilon}\right)^2} \qquad (32)$$

in which $f_a$ is the approximate friction coefficient.

Therefore the approximate discharge limits, $Q_{a1}$ and $Q_{a2}$ are given by:

$$Q_{a1} = \sqrt{\frac{H_1}{C\left(\frac{f_a L}{d} + k\right)}} \qquad (33)$$

and

$$Q_{a2} = \sqrt{\frac{H_2}{C\left(\frac{f_a L}{d} + k\right)}} \qquad (34)$$

The above $Q_a$ values are then used to evaluate R and hence f and a second trial is made to find $Q_1$ and $Q_2$ and trials are continued till the difference between two successive estimated Q values becomes practically small.

## ESTIMATION OF THE APPROXIMATE TIME OF EMPTYING A RESERVOIR

As mentioned before in estimating the time of

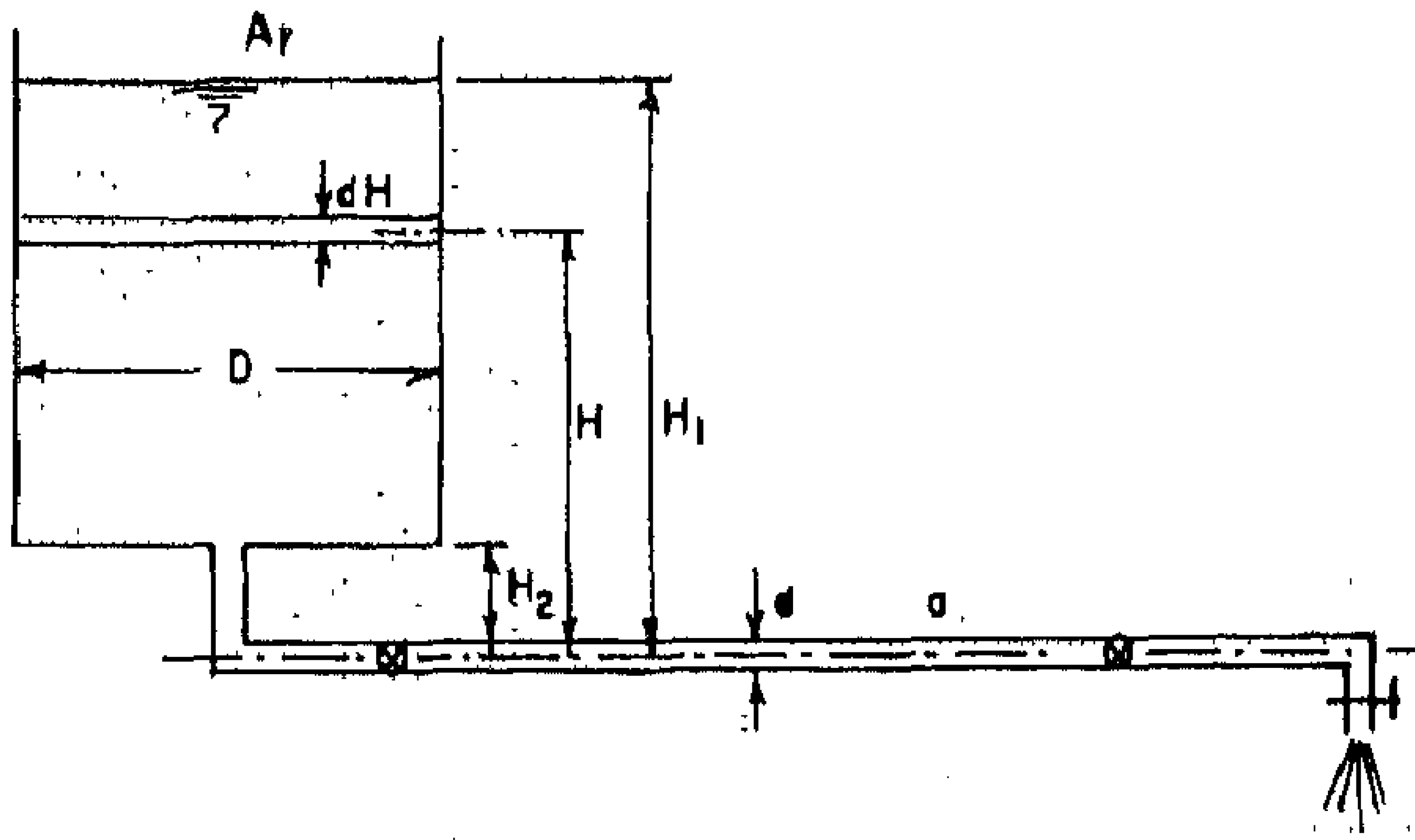



Fig. (1): Definition sketch of a cylindrical tank with a pipe

For steady flow through a pipe connected to a reservoir the head loss H is actually the liquid head in the reservoir which acts on the pipe (Fig. 1).

**b. Unsteady Flow**

In the case of emptying a cylindrical tank, although the flow is unsteady, the instantaneous discharge, **Q**, is interrelated to the acting head, **H**, by Eq. (4). The differential equation describing such unsteady flow is:

$$QdT = -A_r dH \tag{6}$$

in which T is the time, and $A_r$ the cross-sectional area of the reservoir. The time required to lower the water surface from H1 to H2 above the pipe is given by:

$$T = \int_{H_1}^{H_2} \frac{A_r}{Q} dH \tag{7}$$

Referring to Eq. (4), it is evident that Q cannot be replaced by an explicit function of H. This is attributed to the fact that the friction coefficient, f, is a function of Reynolds' number which, in turn, is a function of Q.

**c. Changing the Integration Limits**

For convenience, the integration limits H1 and H2 are to be replaced by the corresponding discharges Q1 and Q2 respectively. Also, dH is to be replaced by a term containing dQ and, hence, it is necessary to establish the correlation between them. Differentiating Eq. (4) with respect to Q, simplifying and separating variables:

$$dH = CQ\left[\frac{QL}{d}\left(\frac{df}{dQ}\right) + 2\left(\frac{fL}{d} + k\right)\right] dQ \tag{8}$$

Combining Eqs. (7) and (8):

$$T = -\int_{Q_1}^{Q_2} CA_r\left[\frac{QL}{d}\left(\frac{df}{dQ}\right) + 2\left(\frac{fL}{d} + k\right)\right] dQ \tag{9}$$

Before evaluating (df/dQ), it is convenient to discuss the friction coefficient and mathematical representation of the different zones on the Moody diagram.

## FRICTION COEFFICIENT

A number of equations were presented to represent one or more of the different flow regimes on Moody diagram (6,8). It has been found that the Churchill equation covers all the turbulent zones and extends to the laminar zone. Churchill equation provides the friction coefficient explicitly as:

$$f = 8\left[\left(\frac{8}{R}\right)^{12} + \frac{1}{(A+B)^{1.5}}\right]^{1/12} \tag{10}$$

in which R is Reynolds' number given by

$$R = \frac{vd}{\nu} \tag{11}$$

or

$$R = \frac{4Q}{\pi d \nu} \tag{12}$$

where ν is the kinematic viscosity of the liquid, A and B are given by:

$$A = \left\{2.457 \ln\left[\frac{1}{\left(\frac{7}{R}\right)^{0.9} + 0.27\left(\frac{\varepsilon}{d}\right)}\right]\right\} \tag{13}$$

and

$$B = \left(\frac{37530}{R}\right)^{16} \tag{14}$$

in which ε is the equivalent absolute roughness of the pipe material.

It is worthy to note that in computing f, A and B, double precision should be used since these quantities internally calculate very large and very small numbers and are therefore sensitive to round-off error (15).

## FINAL FORMULATION OF THE TIME INTEGRAL

Referring to the integral of Eq. (9), the quantity df/dQ is to be evaluated. Differentiation of Eq. (10) with respect to Q yields:

$$\frac{df}{dQ} = \frac{2}{3}(A_0)^{-11}\left\{\frac{-12}{Q}\left(\frac{8}{R}\right)^{12} + \frac{d}{dQ}\left[\frac{1}{(A+B)^{1.5}}\right]\right\} \tag{15}$$

in which

$$A_0 = \left(\frac{8}{R}\right)^{12} + \frac{1}{(A+B)^{1.5}} \tag{16}$$

we have

$$\frac{d}{dQ}\left[\frac{1}{(A+B)^{1.5}}\right] = -1.5\left[\frac{1}{(A+B)^{2.5}}\right]\left[\frac{dA}{dQ} + \frac{dB}{dQ}\right] \tag{17}$$

Differentiation of both A and B with respect to Q yields:

# ACCURATE ESTIMATION OF THE TIME REQUIRED FOR EMPTYING CYLINDRICAL RESERVOIRS CONNECTED TO PIPES

By
A.I. Al-Amoud*; H.M. Hathoot*¤; and F.S. Mohammad*

## ABSTRACT

The problem investigated in this paper is the accurate evaluation of the time required for emptying a reservoir of constant cross-sectional area in which a pipe is fixed.

In the analysis, a friction coefficient equation is considered which represents the different flow regimes on a Moody diagram satisfactorily. The approximate equation for estimating the time of emptying a reservoir, which is based on an approximate friction coefficient equation, is derived and discussed. A computer program for estimating the accurate and approximate times of emptying reservoirs is presented. On the basis of the computer program a number of graphs is provided and the factors affecting the time difference percentage are studied. It is found that in some cases the estimated approximate time is in error by more than 25%.

## INTRODUCTION

Unsteady flow in a pipe connected to a reservoir may occur in practice when it is needed to empty the reservoir for maintenance or for cleaning purposes. In addition, failure of the power used in filling a reservoir may cause the aforesaid unsteady pipe flow. In analyzing such pipe flow problems and estimating the time required to empty a reservoir the friction coefficient, f, was assumed to be a constant which depends only upon the pipe roughness (1). The above assumption means that the flow is wholly rough throughout the emptying process (2,3,4). In fact, the friction coefficient generally depends on both Reynolds' number and the pipe roughness. Moreover, pipe flow may be laminar if Reynolds' number is less than 2000 when the acting head in the reservoir is sufficiently small.

Hathoot (5) provided a solution for the above mentioned problem, taking into account the effect of variation of the friction coefficient. In his analysis, Hathoot considered the Swamee and Jain equation (6) which covers a significant portion on the Moody diagram and neglected the effect of pipe fittings. However, Hathoot (7) considered and further analyzed the effect of pipe fitting on the time of emptying a reservoir. The analyses mentioned above were limited to the range of validity of the Swamee and Jain friction equation. In this investigation, a technique is presented for estimating the time required for emptying cylindrical reservoirs, using a friction coefficient equation which completely covers the Moody diagram (8).

## THEORY

### a- General

In the case of steady flow through a pipe, many equations have been presented to estimate the friction head loss (9,10). However, the most reliable of them is that of Darcy-Weisbach (11) which may be written in the form:

$$h_f = \frac{f L v^2}{2gd} \tag{1}$$

in which $h_f$, is the friction head loss, f the friction coefficient, L the pipe length, v the average velocity, g the acceleration due to gravity and d the pipe diameter. The form losses in the different pipe fittings may be written as:

$$h_m = k \frac{v^2}{2g} \tag{2}$$

in which k is the sum of pipe fitting coefficients for a pipe length L (12,13,14). The total head loss in a pipe may then be given by:

$$H = h_f + h_m = \frac{v^2}{2g}\left(\frac{f L}{d} + k\right) \tag{3}$$

For convenience, Eq. (3) may be put in the form:

$$H = CQ^2\left(\frac{f L}{d} + k\right) \tag{4}$$

in which Q is the pipe discharge and C is given by:

$$C = \frac{8}{g\pi^2 d^4} \tag{5}$$

* Dept. of Agric. Engrg., Col. of Agric., King Saud Univ., P.O. Box 2460, Riyadh, Saudi Arabia
¤ On leave from Faculty of Engineering, Alexandria University, Alexandria, Egypt

# CONTENTS

# JOURNAL OF THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS

28 Ramsis St. Cairo ARE Tel: 5740488

VOL. 35 ISSUE No. 1 - 1996 ISSN 1110 - 1253



## INSTRUCTIONS FOR AUTHORS OF ARTICLES

* Issued quarterly - Contributors are invited to submit material for editorial consideration addressed to the Editor.
* The Journal publishes articles contributing to the advancement of engineering science and applications.
* Scientific articles may be typewritten in Arabic or English and should start with abstracts in both languages.
* Authors' names should be given in full, in both languages, together with their academic titles and professional occupations
* The Journal does not hold itself responsible for the opinions or the contents expressed by the authors.
* Articles may not exceed 8 pages. In this respect, mathematical derivations may be abreviated and tables replaced by curves.
* Curves to be drawn on tracing paper, and to occupy half a page at most. Exceptionally, full page curves or plates are admitted. Curves presented will be scaled down to these sizes. Figures and lettering on curves should not be less than 3 mm even after scaling down.
* References to be given at the end of each article and classified alphabetically according to author's name followed by the name of the journal or book and the date of issue.

## Yearly Subscriptions

**Inland:**

| | |
|---|---|
| Engineers | 20 L. E. |
| Non - Engineers | 50 L. E |
| Organisations | 500 L. E. |

**Abroad**

| | |
|---|---|
| Individuals | 75 US $ |
| Organisations | 500 US $ |

# مجلة جمعية المهندسين المصرية

٢٨ شارع رمسيس – القاهرة ج.م.ع – ت ٥٧٤٠٤٨٨

المجلد الخامس والثلاثون – العدد الثانى ١٩٩٦ . ردمد ١١١٠ – ١٢٥٣



- تصدر المجلة ربع سنوية
- ترسل النصوص المطلوب موافقة هيئة التحرير على نشرها باسم السيد رئيس التحرير .
- تنشر المجلة المقالات التى تسهم فى رفع مستوى العلوم الهندسية وطرق ممارستها .
- تقبل للنشر المقالات العلمية بإحدى اللغتين العربية أو الانجليزية على الآلة الكاتبة وتبدأ بخلاصةABSTRACT بكل من اللغتين .
- المجلة غير مسئولة عن الآراء والمحتويات التى تنشر وهى تعبر عن كاتبها فقط .
- تذكر أسماء أصحاب المقالات كاملة باللغتين ومعها القابهم العلمية ووظائفهم .
- يراعى الا تتجاوز المقالة ٨ صفحات بالمجلة ، وفى سبيل ذلك يختصر الاشتقاق الرياضى ويستعاض عن الجداول بمنحنيات مرسومة بالحبر الشينى الأسود ، على ان يشغل المنحنى نصف صفحة على الاكثر ولا يشغل صفحة كاملة إلا فى حالات استثنائية وسيصغر أىّ منحنى إلى تلك المقاسات .

  ويراعى الا يقل ارتفاع الحروف أو الارقام على المنحنيات المنشورة عن ٣ مم بعد التصغير .
- يعنى بذكر المراجع المستقى منها المقال وتصنف تبعاً لإسم المؤلف ثم العنوان ثم المجلة أو الكتاب وتاريخه .

**اشتراكات المجلة :**

- **داخل البلاد :**

| | |
|---|---|
| الاشتراك السنوى للمهندسين | ٢٠ جنيها |
| الاشتراك السنوى لغير المهندسين | ٥٠ جنيها |
| الاشتراك السنوى للهيئات | ٥٠٠ جنيها |

- **بالخارج :**

للافراد ٧٥ دولار امريكى سنوياً .

وللهيئات ٥٠٠ دولار امريكى سنويا .

وذلك عن الاربع اعداد السنوية ويعامل الواحد بواقع الربع من هذه القيمة .

وتعطى أولوية النشر بالمجلة للسادة الزملاء أعضاء جمعية المهندسين المصرية .

دار الجيل للطباعة تليفون ٥٩٠٤٣٤٣ رقم الايداع بدار الكتب ١٩٨٣/٢٩٨

# محتويات العـــدد

## القسم العربى



## القسم الأفرنجى

# بلـــــــديات

أ.د. أحمد خالد علام

بدأت مشكلة الإسكان بتواضع شديد بعد صدور قوانين تخفيض إيجارات المساكن فى أعوام ١٩٥٢ ، ١٩٥٨ ، ١٩٦١ ، ثم زادت المشكلة حدة وبدأت تظهر المناطق العشوائية نتيجة حدوث طفرتين كبيرتين هما :

- الطفرة الأولى ، وقد حدثت بعد حرب يونيو ١٩٦٧ م، حيث ركزت الدولة كل الاستثمارات لإعداد الدولة للحرب ولم توجه أى استثمارات إلى الإسكان أو المرافق أو الخدمات .
- الطفرة الثانيه ، وقد حدثت بعد حرب أكتوبر ١٩٧٣ ، والأخذ بسياسة الانفتاح الاقتصادى ، حيث زادت أسعار مواد البناء زيادة حاده ، وارتفعت قيمة أراضى الحضر ارتفاعاً خيالياً ، ولا سيما فى وسط المدن .

ولقد أدى ذلك إلى زحف النمو العشوائى على الأراضى الزراعية بمعدلات كبيره ، حيث أسعار الأرض أقل ، وحيث الطبقات ذات الدخل المحدود .

امتدادات عشوائية عبارة عن مساكن غير مستوفاة للشروط الصحية من تهوية وإضاءة طبيعية وشمس وشوارع ضيقة رطبه ، لا تتوفر فيها المرافق العامه ، ولا تطابق قانون تنظيم المبانى من حيث مساحة عناصر الوحدة السكنية والأفنيه ، كما لا تطابق قانون تقسيم الأراضى الفضاء ، الذى ينص على ألا تقل عروض الشوارع عن ١٠ متر .

وحررت الأجهزة التنفيذية المسئولة محاضر مخالفة ضد أصحاب هذه العقارات لمخالفتهم لهذين القانونين ، وصدرت أحكام القضاء بإزالة الأعمال المخالفة لقانونى تنظيم المبانى وتقسيم الأراضى الفضاء ، ولكن تحت الضغوط الشعبية لم تنفذ أحكام الإزاله ، ثم قننت هذه المخالفات بعد ذلك .

واستمر الحال على هذا المنوال : زحف عمرانى عشوائى على الأرض الزراعية متحدياً القوانين الزراعية،التى تجرم البناء على الأرض الزراعيه ، والقوانين المنظمة للعمران . هذا بالإضافة إلى زحف عمرانى آخر على أرض الدولة الصحراوية فى شكل تعديات على أملاك الدوله .

وبعد زلزال ١٩٩٢ م وتزايد أعمال الشغب والإرهاب ، بدأت الدولة تأخذ بأسلوب تطوير المناطق العشوائية فى مصر ، ويتمثل هذا التطوير فى مد شبكات مياه الشرب والصرف الصحى والكهرباء ، وتسوية ورصف بعض الطرق العامه ، وإقامة عدد من مراكز الخدمات الصحيه ، وصرفت على إقامة هذه المشروعات مئات الملايين من الجنيهات .

ولا شك إن إقامة هذه المشروعات تساعد على تحسين والارتقاء بالمناطق العشوائيه ، إلا أنه يجب أن تتمشى مع عمليات التطوير والأخذ بأسلوب التخطيط العمرانى لهذه المناطق ، ففى غيبة هذا التخطيط الذى لم يطبق حتى الآن، يخشى أن تستمر تيارات الهجرة إلى هذه المناطق فتتعقد مشاكلها أكثر .

أى يجب الأخذ بأسلوب التخطيط العمرانى على كافة المستويات :

- فعلى مستوى الدولة يجب رسم خريطة لاستخدامات الأرض فى مصر ، وقد قامت أخيراً كل من وزارة التخطيط ووزارة التعمير بتحضير هذه الخريطة دون التعاون بين الوزارتين ، لهذا يجب التعاون بين الوزارتين فى إعداد خريطة استخدامات أرض مصر على أساس دراسات ميدانية للإمكانيات والاحتياجات لكل إقليم .
- وعلى مستوى الأقاليم ، صدر قرار جمهورى عام ١٩٧٧ بتقسيم مصر إلى أقاليم تخطيطيه ، ولم ينفذ هذا التخطيط حتى الآن ، لهذا يجب إخراج هذا التخطيط إلى حيز الوجود ، والأخذ بأسلوب التخطيط الإقليمى ، لتخفيف التكدس السكانى حول النيل، وتوزيع السكان ، والخروج من الوادى الضيق

إلى مجتمعات عمرانية جديده ، صناعية وزراعية وسياحيه ، وتنمية المناطق الريفية.

- علـى المستوى المحلـى – مستوى المدن والقرى – صدر قانون التخطيط العمرانى عام ١٩٨٢ ، ولم يظهر أثر هذا التخطيط حتى الآن ، لذلك يجب وضع برنامج زمنى للانتهاء من تحضير مخططات عمرانية عامة لكافة مدن وقرى مصر ، ثم تحضير مخططات تفصيلية فى إطار هذه المخططات العامة لحل مشاكل هذه المدن ومنها المناطق العشوائيه .

- العمل على إيقاف ظاهرة إقامة المبانى غير الشرعيه ، تلك التى استشرت فى المناطق العشوائية بشكل وبائى ، وذلك بالوقوف وقفة حازمة وحاسمة لتطبيق التشريعات المنظمة للعمران ، والضرب على يد كل من يخالفها ، حتى لا يكون مسعانا الأزلى والأبدى هو الجرى خلف المشاكل المتخلفة عن انتهاك المخالفين للقانون ، فالعلاج صعب والتكاليف باهظه .

# التصميم العمرانى باستعمال الوحدات السلوكيه: مقدمة لتصميم متوافق ثقافياً

أ.م.د. أحمد محمد صلاح الدين عوف [١]

## ملخص:

هذه الورقة البحثية هى الثالثة فى سلسلة أبحاث للمؤلف تختص بدراسة مناهج التصميم العمرانى كأحد العلوم الخادمة للبيئة المحلية ، والتى يمكن توجيهها لتقوية الثقافة المحلية والحفاظ عليها. تناقش هذه الورقة البحثية استعمال الوحدة السلوكية (Behavior Setting) كأداة للتحليل ووحدة قياسية لتصميم الفراغات العامة لما لها من خصوصية كوسيلة للفهم الاجتماعى و التعلم من المستعملين. يقدم البحث خصائص الوحدات السلوكية وطرق توليدها و كيف تؤثر على عملية التصميم وعلى الدور المنوط بالمصمم العمرانى ، حتى يمكن استعمالها لإنتاج تصميمات عمرانية تتوافق مع السلوك العمرانى للجماعات المختلفه. كذلك يناقش البحث المعلومات التى يتطلبها التصميم باستعمال الوحدات السلوكيه ، مع مقارنتها بالعملية التصميمية التقليدية التى يفترض فيها المصمم معرفته بسلوكيات المستعملين وقدرته على توفير متطلباتهم العمرانية دون احتكاك مباشر بالمستعملين المستهدفين

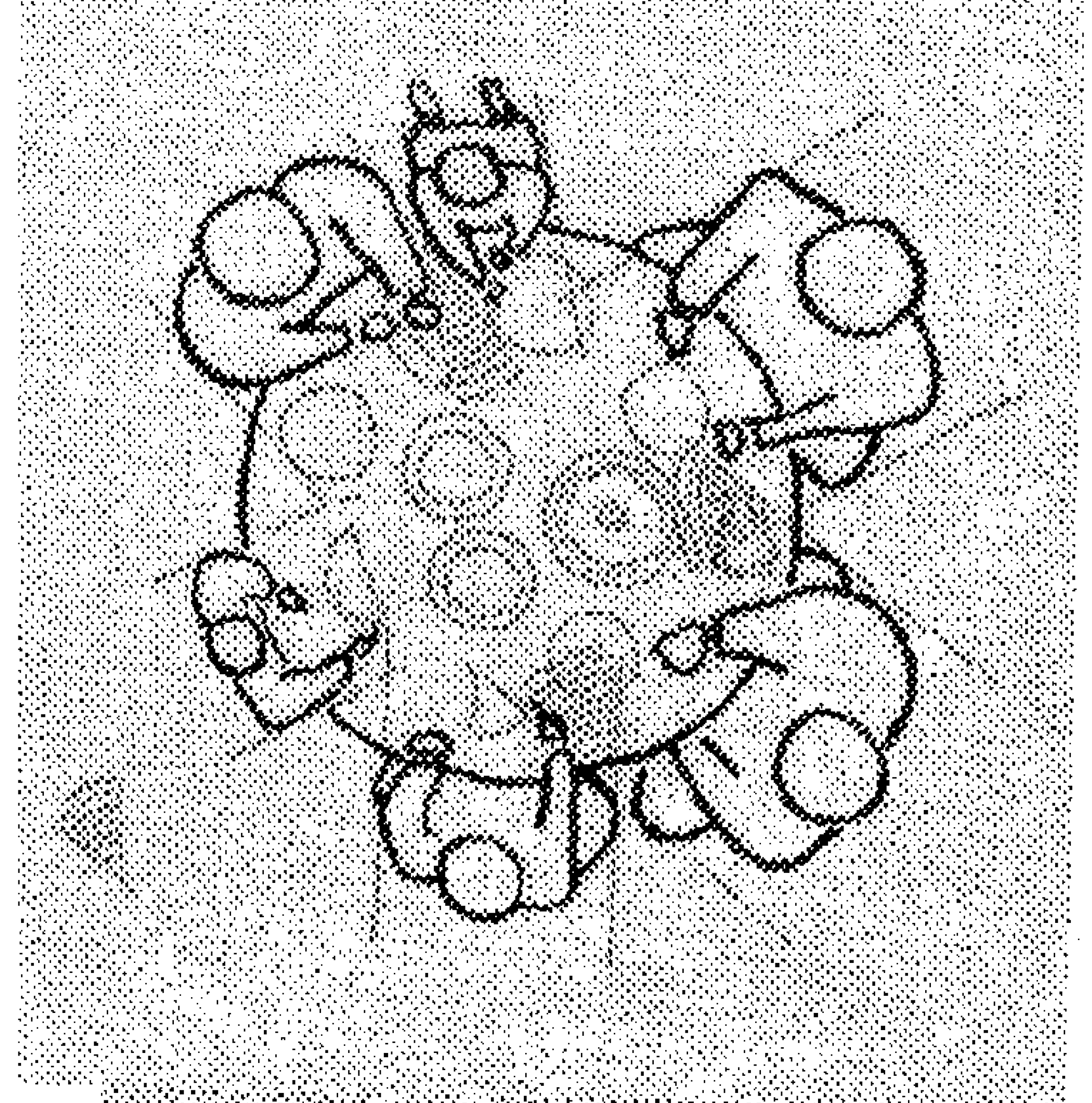
## ١ – الوحدة السلوكيه: أداة للتحليل و التصميم

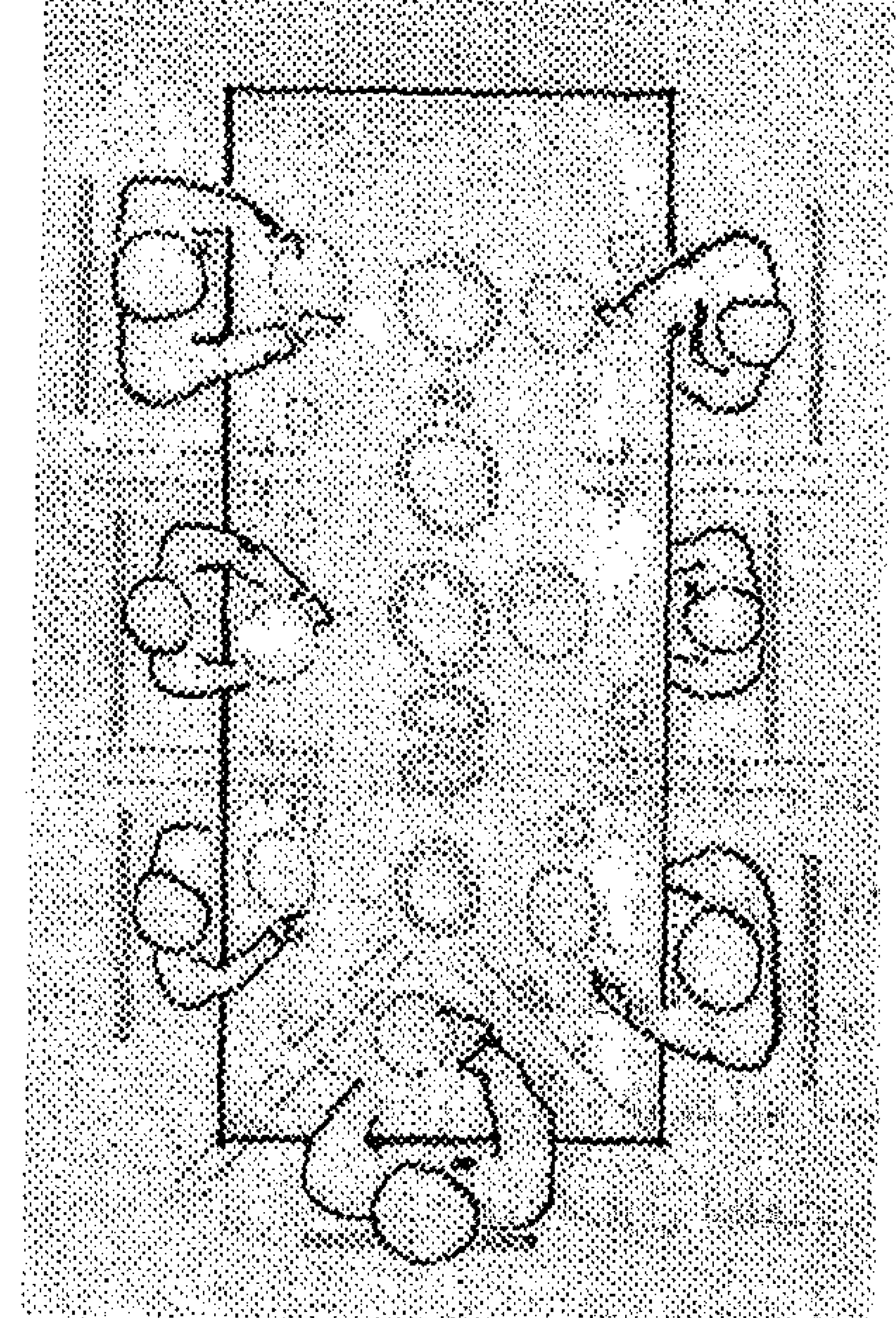
يمثل الاهتمام باختيارات المستعملين كمؤثرٍ رئيسيٍ على عمليات التصميم أحد أهم الإضافات إلى مجال التصميم العمرانى خلال العقدين الماضيين ، التى يعود الفضل فى تقنينها إلى "كيفن لينش" و "كريستوفر أليكساندر" كإثنين من أهم المفكرين فى هذا المجال [٢]. إلا أن الاهتمام بقياس سلوك المستعملين واستخدامه كأداة تصميميه، ظهر مع مصطلح "الوحدة السلوكية" الذى صاغه روجر باركر و هربرت رايت Roger G.Barker & Herbert F. Wright عام ١٩٥٥ ، للتعبير عن التركيب المعقد للسلوك الاجتماعى و البيئة داخل حيز فراغى و زمنى محدد[٣]. فالوحدة السلوكية تمثل "شكلا محددا وقابلا للتكرار للسلوك بين الأفراد يتم من خلاله ممارسة نشاط محدد بصورة محددة ومن خلال علاقات واضحة بين المشاركين". فالوحدة السلوكية تعبر عن السلوك المحلى للأفراد ، والتفاعلات الاجتماعية على المستوى المحلى ، وتحوى داخلها تفاصيل ثقافات المستعملين ، لذلك فهى ليست ثابتة عبر الثقافات ، وقد تحمل اختلافات طفيفة بين مجموعة سكانية و أخرى داخل نفس المجتمع. فبالرغم من أن بعض أشكال الوحدات السلوكية تبدو عامة ومفهومة عبر الثقافات مثل تناول الطعام، اجتماعات العمل، المحاضرات الجامعيه، الحديث الودى بين أب وابن، إلا أنها لا تعبر عن نفس وسائل التفاعل الاجتماعى بين الأفراد و الجماعات ، و لا تعبر عن احتياجات فراغية متشابهة نظراً لتعبير كلٍ منها عن ثقافة البيئة المحليه. وعلى سبيل المثال فإن محاضرة فى جامعة مصرية قد تتطلب الفصل بين الجنسين فى أماكن الجلوس بما يعبر عن تشكيل فراغى يخالف ما تتطلبه نفس المحاضرة فى جامعة غربيه ، حيث لا يمثل الفصل بين الجنسين محدداً اجتماعياً يجب احترامه.

١ – أستاذ مساعد بقسم الهندسة المعماريه، كلية الهندسه، جامعة القاهرة.

٢ – بالرغم من الاهتمام برؤية المستعملين للتصميمات وكيفية استقبالهم لها خلال النصف الأول من القرن الحالى فى مجال الدراسات السلوكية وفى مجال علم النفس إلا أن الفضل فى تقنينها فى مجال التصميم العمرانى يعود إلى 'كيفن لنش' و'كريستوفر أليكساندر". أنظر المناقشة حول الاهتمام بالمستعملين كمشاركين فى التصميمات فى: عوف؛ أدوات التصميم العمرانى، منظور تاريخى ناقد؛ مجلة جمعية المهندسين المصرية؛ مارس ١٩٩٤

٣ – Roger G.Barker & Herbert F.Wright; Midwest and Its Children; N.Y.Harper &Row, 1955





شكل رقم (١) يوضح نفس الوحدة السلوكية لتناول الطعام فى ثقافتين محليتين مختلفتين داخل المجتمع المصرى؛ الأولى (الشكل الأعلى) لا تمانع فى تداخل الحيز الشخصى (Personal Space) للمشتركين بينما الأخرى (الشكل الأسفل) لا تسمح بمثل هذا التداخل بل توجب وجود مسافات عازلة بين الفراغات الشخصية.

وبالرغم من أن تعريف الوحدة السلوكية لم يكن موجهاً لمجال التصميم العمرانى فى بدايته، إلا انه استعمل لهذا المجال عندما اكتشف المصممون قيمته فى زيادة معرفتهم عما يريده المستعملون فعلاً وإحساسهم بعدم جدوى المنظور التقليدى الثنائى (Diadic image) لعلاقة المصمم – العميل[١] الذى لا يعطى مجالاً للاحتكاك المباشر بين المصمم وبين المستعملين. وبهذه الرؤية فإن التصميمات المبنية على الوحدات السلوكية تكون – من الناحية النظرية – أكثر توافقاً مع الثقافة المحليه، نظراً لاعتمادها على معلومات مباشرة من العميل ، وبالتالى يتغير التصميم طبقاً لأى تغير ملحوظ فى سلوك الأفراد أو المجموعات أوالسلوك العام للجماعه. لذلك فقد أصبح اتخاذ "الوحدة السلوكية " كأساس لعمليات التحليل والتصميم العمرانى اتجاهاً سائداً لدى المصممين المهتمين بالسلوك الإنسانى والاجتماعى، كما أصبح البحث فى خصائص الوحدات السلوكيه، وكيف يمكن تحديدها وقياسها وتكرارها أو التصميم لها أحد المجالات البحثية الهامة خلال عقدى السبعينات و الثمانينات.

وقد أظهرت الدراسات أن الوحدة السلوكية التى يمكن استعمالها كوحدة للتحليل أو التصميم يجب أن تتوافر بها ثلاثة خصائص أساسية [٢]:

١) غير معتمدة على أشخاص بعينهم: فهى لا تعتمد على شخص بعينه أو وجود شئ مادى بعينه لحدوثها ، ولكن تقبل استبدال المشاركين فيها ما دامت تتم المحافظة على نفس الأدوار السلوكية لهم وبنفس الشكل.

٢) منفصلة عن الظروف المحيطة: فهى منفصلة عن الوحدات السلوكية الأخرى المحيطة من حيث التوقيت و الفراغ الذى تشغله بالرغم من إمكانية احتوائها على وحدات جزئية داخل حدودها الزمنية و الفراغية.

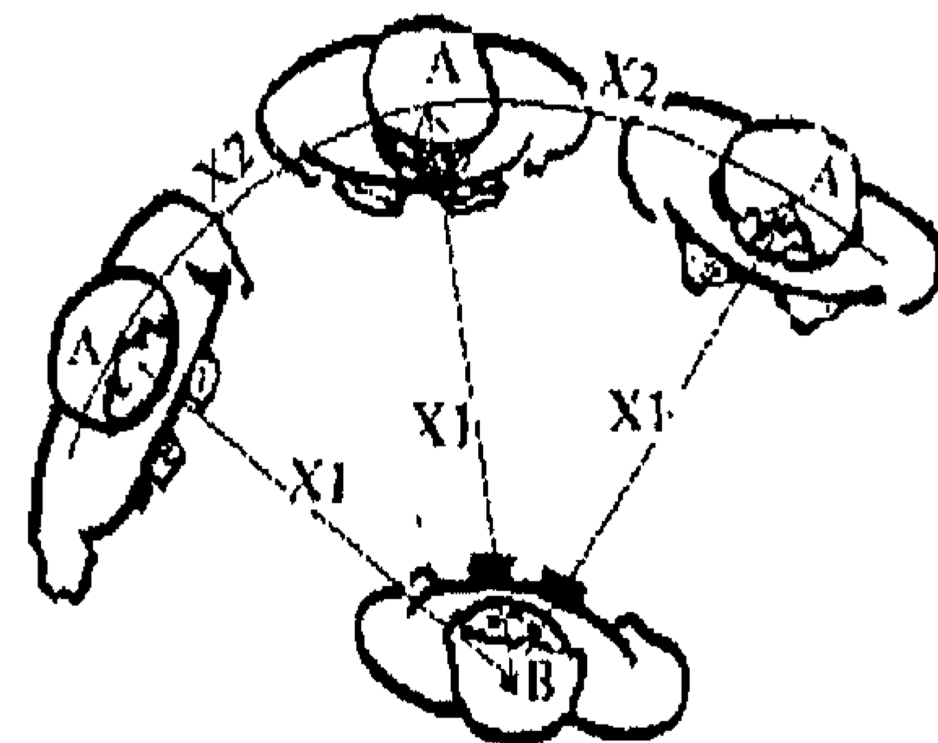
٣) ذات تكوين واضح غير عشوائى: فهى ذات تركيب محدد للعلاقات بين أجزائها وبين الأفراد المشاركين فيها وقابل للتكرار بنفس التكوين فى كل مرة.

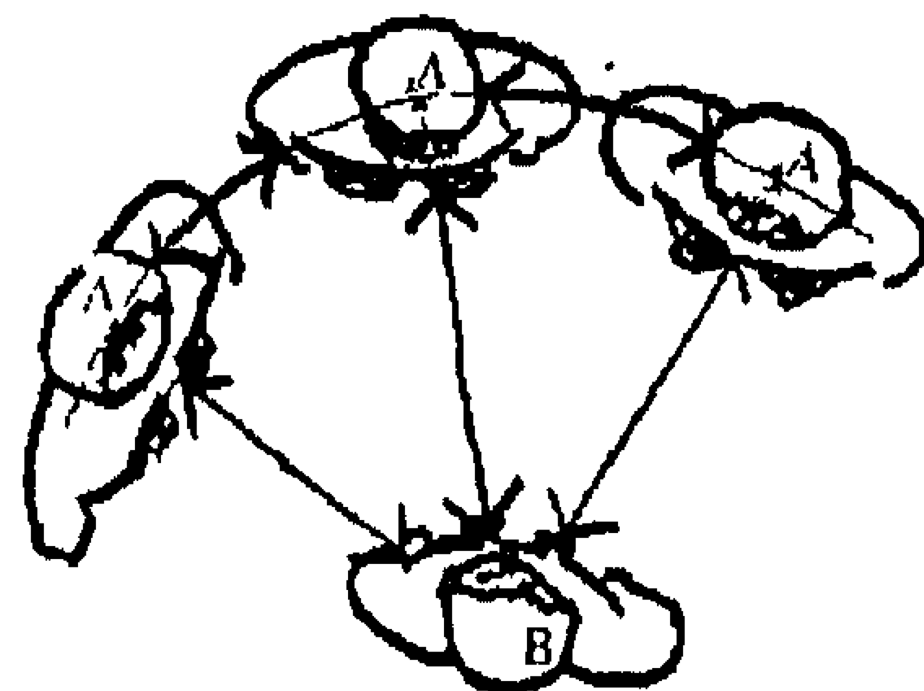
و "الوحدة السلوكية" تختلف عن "النسق" ،الذى عرفه "كريستوفر أليكساندر Christopher Alexander" فى لغة الأنساق، حيث أنها تركز على جانب العلاقات السلوكية أكثر من الحدود المادية التى يشملها النشاط بينما "النسق" يركز أكثر على الهيكل المكانى للنشاط أكثر من تركيزه على الجوانب السلوكية ، وإن كان يتضمنها. فالغرض المطلوب من النسق كما حدده "أليكساندر" هو تكوين لغة عمرانية شاملة للجماعة المحلية من أجل بناء بيئة عمرانية كاملة و "حقيقية"، بينما

١ – المنظور الثنائى التقليدى هو ذلك الذى يحافظ على دور المصمم كرجل ذى معرفة يقدم خدمة للعميل الذى يتلقى الخدمة بدون عطاء للمصمم أو تفاعل معه.

٢ –خصائص الوحدات السلوكية مستقاة من "William F.LeCompt" ص. ١٨٣-١٩٣ فى "Lang" ١٩٧٤

الوحدة السلوكية نمط سلوكى يؤثر على جزء صغير ومنفصل من البيئة العمرانية يمكن من خلاله بناء الأنساق[١]. وبالرغم من أن مفهوم كلاً من الوحدة السلوكية والنسق يعتمد على الثقافة المحلية وغير قابل للاستعمال عبر الحدود المكانية و الزمنية ، إلا أن "الوحدة السلوكية" أكثر قدرة على وصف السلوك الإنسانى عن "النسق" الذى يقوم بوصف السلوك والحدود المكانية معاً. وبصفةٍ عامه فإن استعمال أىٍّ منهما يساهم فى شرح تركيب وكيفية عمل الفراغات الخاصة بالمجموعات و الأفراد[٢].




شكل رقم (٢) يوضح الفارق بين نسق عمرانى ووحدة سلوكية لنفس النشاط ونفس عدد ونوع المستعملين :
الوحدة السلوكية (الشكل الأسفل) تركز على العلاقات بين المشاركين وما ينتج عنها من تأثيرات مكانية بينما النسق (الشكل الأعلى) يأخذ فى اعتباره كلاً من العلاقات المكانية و السلوكية فى آنٍ واحد.

واستعمال الوحدات السلوكية كأداة للتحليل و التصميم يؤدى إلى تغييرات أساسية فى هدف العملية التصميميه، ودور المصمم العمرانى تجاه سلوك المستعملين، وموقفه من رغباتهم الحقيقية ، والتى يمكن إيجازها فى التالى:

١) التصميمات لم تعد موجهة لإرضاء "أفراد يقومون بأنشطة" وإنما مجموعات من الأفراد بينهم تفاعلات اجتماعية مدروسة ومرتبة ولهم احتياجات مكانية محدده، وهذا يعنى أن المصمم أصبح يسعى لأكثر من تحديد "نوع النشاط" المتوقع ولكن أيضاً "نوع المستعملين" و"العلاقات" التى تحكم تفاعلاتهم المكانيه.

٢) المصمم العمرانى تخلى عن موقف "توجيه سلوك المستعملين" إلى ما يجب أن يكون عليه أسلوب تعاملهم مع المكان ، وأصبح يتبنى موقف "فهم ومحاولة توقع سلوك المستعملين" (إلغاء فكرة الرؤية المثالية للمصمم).

٣) استعمال الوحدات السلوكية كأداة للتحليل و التصميم يشكك فى معرفة المصمم عن سلوك المستعملين دون اتصال مباشر بهم وتدعو إلى اتخاذ موقف للتعلم من خلال عملية التصميم. وبذلك تكون مشاركة المستعملين فى التصميم ضرورة ليس فقط بصورة غير مباشرة من خلال ملاحظة سلوكياتهم الفراغية ولكن أيضاً تفتح المجال أمام مشاركتهم المباشرة مع المصمم من خلال مناقشة التصميمات النهائية أو حتى المشاركة الفعلية فى التصميم .

## ٢- المعلومات الأساسية اللازمة لعملية التصميم

وللتصميم باستعمال الوحدات السلوكية فإن المصمم يجب عليه أن يتعرف بصوره دقيقة وشاملة على سلوكيات المستعملين وليس فقط على نوع المستعملين أو عددهم أو فئاتهم العمرية كما هو الحال فى الطرق التقليدية للتصميم. لذلك يجب أن تشتمل المعلومات المطلوبة على بعض المعلومات المركبة التى تحدد العلاقات الاجتماعية للمستعملين ، والوحدات السلوكية المتوقع أن يشكلوها عند استعمال التصميم. وتكون المعلومات المركبة المطلوبة كالتالى:

١) عدد الوحدات السلوكية مصنفة حسب النشاط.

٢) عدد الوحدات السلوكية مصنفة حسب عدد الأفراد

---

١- استعمال لفظ "حقيقى" هو ترجمة مباشرة (Real) والتى استعملها اليكساندر فى معظم كتاباته، ويمكن تلخيص رؤيته فى كلماته التاليه: "فالبيئة سواءً كانت صغيرة أو كبيرة هى تعبير ثلاثى الأبعاد عن الثقافه، وتنظيم لمستويات محددة ثقافياً كلٍ منها يعبر عن نشاط أو مكان أو شئ وما يصاحبه من السلوك الإنسانى" ، أليكساندر ص ٥٤، فى لانج ١٩٧٤

٢- هنا يجب ملاحظة اقتصار الوحدة السلوكية على وصف السلوك على مستوى تفصيلى بينما يمكن أن تغطى الأنساق التى وضعها "أليكساندر" أشكالاً عمرانية على مستوى إقليمى وقومى وحتى عالمى؛ أنظر كتاب لغة الأنساق، أليكساندر ١٩٧١

المشاركين.

٣) فترة بقاء كل وحدة سلوكية والزمن المتوقع لحدوثها خلال ساعات اليوم المختلفه.

٤) الأنشطة التى يمارسها الأفراد داخل كل وحدة سلوكية واحتياجاتهم للمكان و للفرش.

٥) العلاقات المكانية و الزمنية بين الوحدات السلوكية المختلفة أثناء تواجدها داخل الفراغ.

٦) الشروط الخاصة التى تحكم ، قد تكون بعض الوحدات السلوكية مثل ظروف مناخية معينه، وقت معين خلال اليوم، أو وجود نشاط أخر فى نفس الفراغ.

٧) زمن الإشغال لكل وحدة سلوكية و الإجمالى التراكمى للزمن الذى يتم قضاؤه فى كل الوحدات السلوكية داخل الفراغ، والذى يساوى وقت الإشغال لكل المستعملين.

فالمعلومات المركبة تعطى المصمم صورة حقيقية عن أسلوب المستعملين فى التفاعل وسلوكياتهم ، بما يعنى أن المصمم يتبنى موقف "التعلم من المستعملين"، حتى يمكنه تحديد احتياجاتهم العمرانية الملائمة للوحدات السلوكية المتوقعه. أما استعمال المعلومات الأساسية فقط للتصميم طبقاً للمناهج التقليدية فيفترض أن المصمم "يعرف" وقادر على أن "يتوقع" الكيفية التى يتصرف بها المستعملون؛ وهو موقف تصميمى لم يعد مقبولاً عند التصدى لتصميم المناطق العامه. فاتباع توقعات المصمم ورؤيته الشخصية لمعرفة ما يحتاجه المستعملون فعلا تصبح غير مقبولة وغير كافية حيث أنها تفتقد المصداقيه، ويكون من الضرورى إجراء مسح ميدانى للحصول على بيانات حقيقية عن البيئة التصميمية المستهدفه. فالمصمم "لا يستطيع افتراض" نمط استغلال المستعملين للفراغ؛ و لكن "يجب عليه أن يتعلم" منهم الطريقة التى يودون فعلاً استعماله بها. فهذا المنهج التصميمى لا يعترف بوجود " سلوك مثالى" يجب أن يقوم به المستعملون ، حيث أن التصميمات تكون عملية ومتفاعلة مع السلوك الاجتماعى للمستعملين ومحققه لرغباتهم.

وتمثل البيانات التى يجمعها المصمم عن الوحدات السلوكية للمستعملين حجر الأساس فى العملية التصميميه، حيث تعطى المصمم فكرة كاملة عن الأنشطة التى يرغب المستعملون فى مزاولتها بالفراغ العمرانى، ويبدأ بعد ذلك دوره فى اتخاذ القرارات بخصوص التصميم المقترح. وأول القرارات التصميمية التى يجب عليه اتخاذها هو تحديد الأنشطة وفئة المستعملين المطلوب التصميم لهم من خلال الإجابة على سؤالين أساسيين:

١) هل يجب أن يسمح المصمم باستمرار مزاولة كل الأنشطة التى تمت دراستها بالفراغ موضع التصميم؟

٢) هل يسمح بنفس التكوين للوحدات السلوكية التى تمت دراستها؟ بنفس عدد الأفراد؟ وبنفس المدة الزمنية لكلٍ منها؟

فربما يكون ظهور بعض الوحدات السلوكية أثناء المراقبة المنهجية راجعا إلى التنظيم العمرانى الحالى للمكان، أو لوجود نوع من الأثاث الذى يشجع هذا النوع من النشاط، أو بسبب تعرض أو عدم تعرض المكان للشمس فى ساعات معينة من النهار، أو لأن المكان بوضعه العمرانى الحالى و ظروف إضاءته الحالية لا يجذب بعض الأنشطة الأخرى، التى قد تكون أكثر أهمية لوظيفة الفراغ العمرانى موضع التصميم. كذلك قد تكون بعض الوحدات السلوكية التى تتم ملاحظتها غير مرغوب فى استمرارها بشكلها القائم لعدم تناسبها مع الوظيفة الجديدة المطلوب إضفائها إلى المكان ، أو نوع آخر من المستعملين مطلوب جذبهم إلى الفراغ العمرانى بعد إعادة تصميمه.

لذلك فإن المصمم قد يختار - بناءً على مشاركة من المستعملين أو ممثليهم - * أن يطرد بعض الوحدات السلوكية غير المرغوبة من الفراغ، أو تقليص مشاركة بعض فئات المستعملين عن طريق تغيير الخصائص العمرانية للفراغ. فقد يكون السماح بأحد الوحدات السلوكية الخاصة بالشباب الصغار سبباً فى عدم إقبال فئات عمرية أخرى أو فئات نوعية من المستعملين (ذكور أو إناث) على المشركة فى أنشطة الفراغ

* أثبتت الملاحظة المنهجية التى قام بها طلاب مقرر التصميم العمرانى بدبلوم تخطيط المدن بكلية الهندسه، جامعة القاهره، ١٩٩٥-١٩٩٦ أن بعض المحال العامة بشوارع رئيسية بمدينة القاهرة أصبحت غير مرغوبة لاستعمال الكثير من العائلات والفئات النوعية من المستعملين نظراً لتحول الساحات الخارجية لها أو الأرصفة المقابلة لها إلى مناطق مفضلة لوحدات سلوكية غير مرغوبة لبعض الفئات العمرية الشابه. وفى بعض الأحيان كان وجود مثل هذه الوحدات السلوكية بتشجيع من إدارة هذه المحلات كنوع من الدعاية لها إلا أنها أدت إلى جذب بعض الفئات العمرية والنوعية غير المرغوبة وطرد فئات عمرية ونوعية أخرى مرغوبة.

العمرانى ولذلك يختار المصمم تحجيم الوحدات السلوكية الخاصة بالشباب لجذب الوحدات السلوكية الخاصة بباقى المستعملين -والعكس صحيح. كذلك قد يكون توفير المكان والفرش المناسب للوحدات السلوكية للأطفال سبباً فى جذب الوحدات السلوكية الخاصة بالفئات العمرية المتوسطة التى ترتبط بها ، فى نفس الوقت الذى تطرد الوحدات السلوكية لكبار السن و الشباب.

## ٣- جودة التصميم والعملية التصميميه

يتطلب استعمال الوحدات السلوكية المتوقعة للمستعملين كأداة للتحليل والتصميم العمرانى خطوات مختلفة للعملية التصميمية عن تلك المستعملة فى عملية التصميم التقليديه، فخطوة جمع البيانات عن المستعملين و بيئتهم العمرانية تتغير أهميتها و ترتيبها داخل العملية التصميمية كما ستأتى مناقشتها لاحقاً. كذلك فإن نتاج العملية التصميمية التى تستخدم الوحدات السلوكية يمكن تقييمه على أساس معايير جودة مختلفة عن المعايير المادية المتعارف عليها مثل نسب الفراغ أو نوع التشطيب ، حيث أن هدف التصميم هو " توافق التصميم مع سلوكيات المستعملين وليس إيجاد تصميم وظيفى جميل" كما هو متوقع من عملية التصميم التقليديه. كذلك فإن حدود تدخل المصمم فى سلوك المستعملين للتصميم النهائى تكون فى "إعطاء إمكانية لسلوك أو نشاط" أو "تقليل قدرة المكان على استقبال أنشطة بعينها " ، وليس التصور التقليدى "بقدرة التصميم على توجيه سلوك المستعملين"*

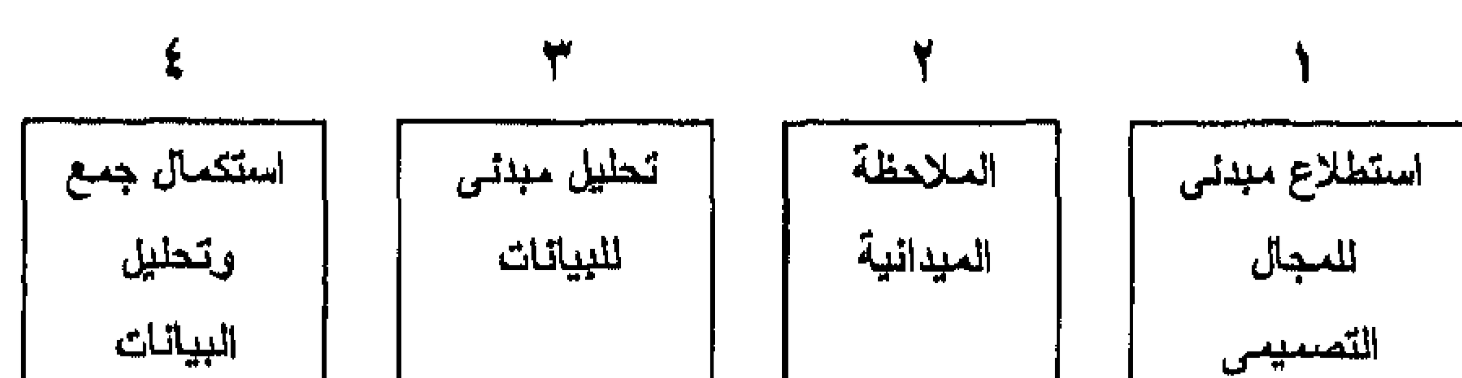
شكل رقم ٣- مقارنة بين عملية التصميم التقليدية وتلك التى تستعمل الوحدات السلوكية

| وجه المقارنة | عملية التصميم التقليدية | عملية التصميم باستعمال الوحدات السلوكية |
|---|---|---|
| دور المصمم | توجيه وتنظيم أنشطة المستعملين | تحقيق رغبات المستعملين |
| الهدف الأساسى | إيجاد تصميم وظيفى جميل | توافق التصميم مع سلوكيات المستعملين |
| حدود التصميم | قدرة التصميم على توجيه سلوك المستعملين | إعطاء إمكانية لسلوك أو نشاط |
| التعلم أثناء التصميم | المصمم يستطيع افتراض نمط استغلال المستعملين للفراغ (العملية لا تتضمن تعلم) | المصمم يجب عليه أن يتعلم من المستعملين أنماط استغلالهم |

* لمناقشة مطولة فى هذا الموضوع ، أنظر آموس رابوبورت ١٩٧٧ ص. ٢٩٨-٣٠٥

والعملية التصميمية باستعمال الوحدات السلوكية تحتاج وقت أكثر لمرحلة جمع المعلومات حيث تتراجع خطوة جمع البيانات وتحليلها عن كونها خطوة تمهيدية فى العملية التصميمية التقليدية لتسبقها الخطوات التاليه:

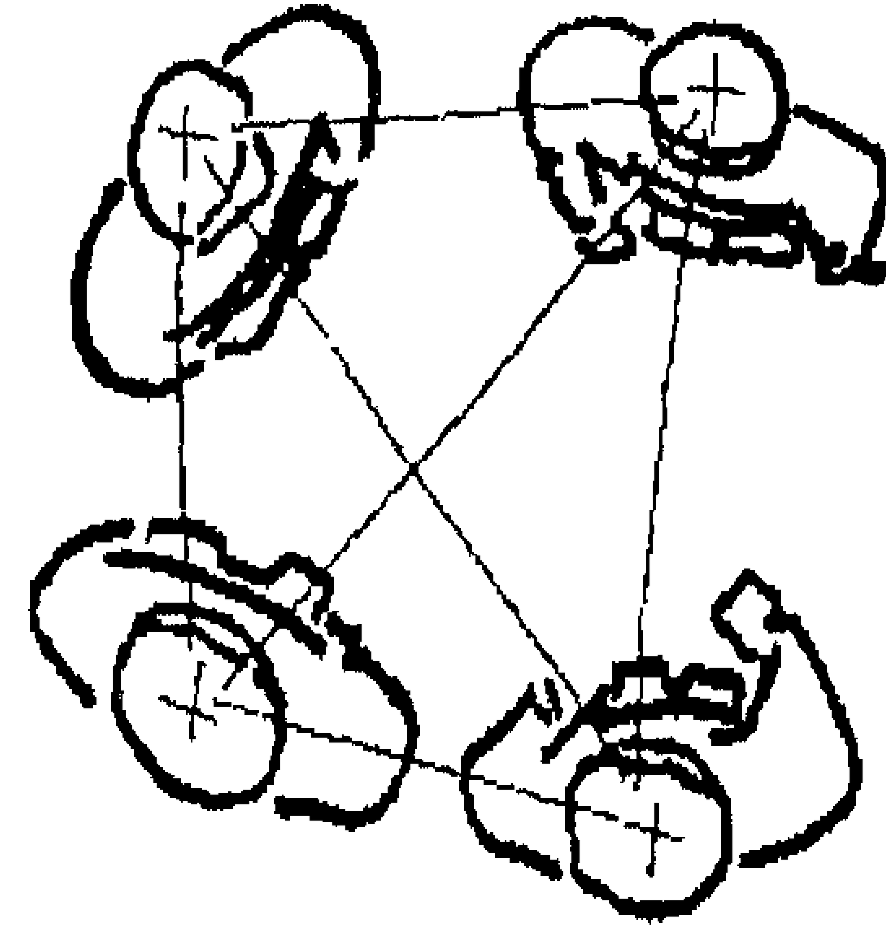
١) مرحلة الملاحظات الاستطلاعية لتحديد الوحدات السلوكية المطلوب جمع البيانات عنها ، وطريقة الملاحظة وأوقاتها.
٢) جمع البيانات من خلال عملية منظمة وجيدة الترتيب للتأكد من أن البيانات تمثل الوحدات السلوكية بصدق.
٣) تحليل أولى للبيانات لتحديد ملاءمة منهج جمع البيانات لمستوى التفاصيل المطلوبة.
٤) استكمال جمع وتحليل البيانات عن الوحدات السلوكية موضع الاهتمام و جزئياتها التى تظهرها الملاحظات الأولية متضمناً: تردد الحدوث، متوسط عدد الأفراد، فترة استمرار، الهيكل الداخلى للعلاقات، واحتياج الوحدة للمكان.

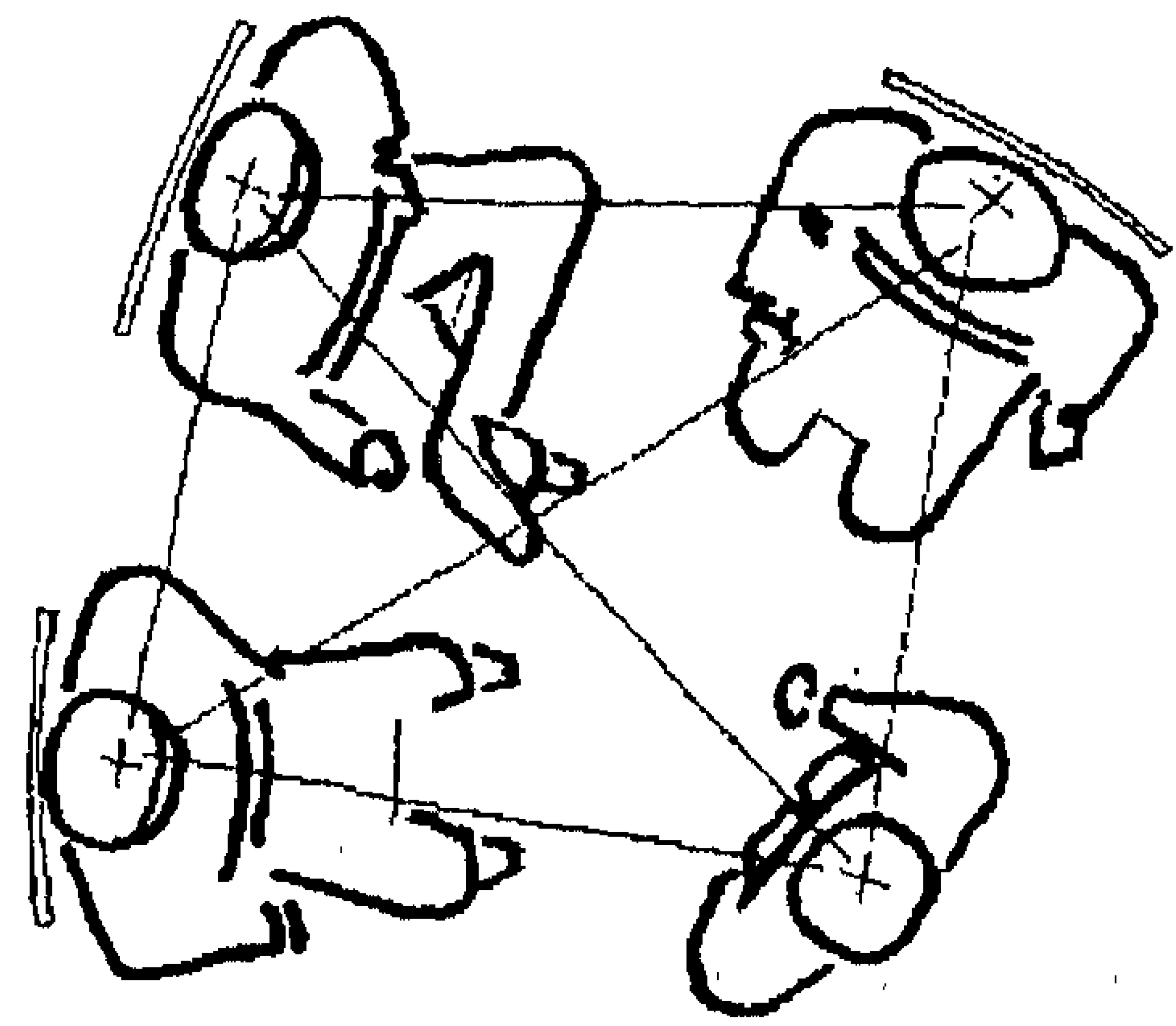



شكل رقم ٤- : مرحلة جمع وتحليل البيانات فى عملية التصميم باستعمال الوحدات السلوكية

وأحد القرارات الهامة التى يجب أن يقررها المصمم فى هذه المرحلة هو قدر التفاصيل المطلوب جمعه وتحليله عن الوحدات السلوكية موضع الدراسه، وإذا ما كان يمكن التوفير فى الوقت و التكلفة عن طريق تقليص حجم التفاصيل المطلوبة أو تقليل عدد الوحدات السلوكية المطلوب التعرف عليها. فعلى سبيل المثال يمكن تقليص وقت و تكلفة مرحلة جمع البيانات عن طريق جمع الوحدات السلوكية المتشابهة أثناء مرحلة جمع وتحليل البيانات. فعلى سبيل المثال يمكن جمع الوحدة السلوكية الخاصة بالمحادثة فى مجموعات متوسطة ٣-٥ أفراد "واقفين" مع الوحدة السلوكية للمحادثة الخاصة بنفس العدد من الأفراد "الجالسين" بالرغم من اختلاف حاجتهم للمكان و الفرش، إذا ما كان الفارق فى التفاصيل غير هام.

كذلك فإن أحد القرارات الأساسية عند التصميم باستعمال الوحدات السلوكية هو اختيار المنهج المناسب لجمع البيانات ، ثم تحليلها اعتماداً على الظروف المادية للفراغ العمرانى





شكل رقم ٥- : إمكانية وجود نفس الوحدة السلوكية فى أكثر من شكل مكانى

ونوع المستعملين والسلوك المطلوب جمع البيانات عنه. فتحديد المنهج المناسب لجمع البيانات يجب أن يتناسب مع كل حالة تصميمية على حده، فهى تتنوع من التصوير على فترات زمنيه، رسم كروكيات، أو رسم توزيع الوظائف بالفراغ، ... الخ. فبعض هذه المناهج تكون عالية التكلفة ، وتتطلب وقتاً كبيراً وعدداً كبيراً من الأفراد لتطبيقها بدقة للحصول على تفاصيل دقيقة ، بخلاف مناهج أخرى تكون قليلة التكاليف، ولا تحتاج عددا كبيرا من الأفراد لتطبيقها* إلا أن نتيجتها تكون تفاصيل أقل. وبصفة عامة فإن اختيار المنهج المناسب لجمع البيانات يؤثر على كل خطوات العملية التصميمية التالية له، وعلى قدرة المصمم على التعرف على تفاصيل سلوك المستعملين ، إذا ما رأى ضرورة حصوله على تلك التفاصيل.

## ٤ - خلاصه

يظهر من العرض السابق أن استعمال الوحدات السلوكية كأدوات للتحليل والتصميم العمرانى يؤثر بصورة مباشرة على تسلسل العملية التصميمية ونوع المعلومات التى تتطلبها. فبدلاً من اعتماد المصمم العمرانى على معلوماته الشخصية عن المستعملين ومتطلباتهم التصميميه، فإنه يحاول التعلم منهم، ومعرفة متطلباتهم الحقيقية وتوفيرها بأقل تدخل ممكن من جانبه. وبذلك يكون الهدف الأول للعملية التصميميه، هو " تحقيق تصميم يتناسب مع الثقافة المحلية للعميل ، ويكون قادراً على التلاؤم السريع مع التغيرات السلوكية المحتملة فى سلوك الجماعة "، وليس " تحقيق تصميم وظيفى جميل". وبذلك يكون استعمال الوحدات السلوكية كأداة للتحليل و التصميم العمرانى أحد أهم الأدوات التى يمكن أن يستند إليها المصمم للوصول إلى تصميم عمرانى متلائم مع ثقافة المستعملين، فى نفس الوقت الذى يستفيد منه فى زيادة معرفة المصمم عن المجتمع المحلى و تأكيد دور العملية التصميمية كعمليه.

* لمناقشة الطرق المختلفة لملاحظة سلوك المستعملين، أنظر وايت ١٩٨٠ ص. ٦٦-٧٤ و ص ١٠٢ - ١١٠


## المراجع:

1. *Ahmed S. Ouf, Designing with Behavior Settings: A Cultural Appropriate Design Approach, Egyptian Society of Engineers Bulletin, 1993*
2. *-- --, Image of Metropolitan Areas; The Case of Greater Cairo Region, M.Sc. Thesis, Department of Architecture, Cairo University 1984*
3. *Amos Rapoport, Human Aspects of Urban Form, N.Y.: Pergamon Press, 1977*
4. *Christopher Alexander, The Pattern Language, Berkeley: Universiy of California Press, 1971*
5. *Lang et. al., Designing for Human Behaviour, Dowden, Hutchinson & Ross Inc., 1974.*
6. *Robert Sommer, Personal Space; The Behavioral Basis of Design N.J.: Prentice-Hall, Inc. 1969*
7. *Whyte, William H., The Social Life of Small Urban Spaces, Washington D.C.: The Conservation Foundation, 1980*

*REFERENCES*

*PHA (1992). "Standard Methods for Examination of Water and Wastewater", 18th ED., American Public Health Association, Washington.*

*Dolfing, J., Griffroen, A., Van Neerven, A. R. W. and Zevenhuizen, L. P. T. M. (1985) . " Chemical and Bacteriological Composition of Granular Methanogenic Sludge" , Can. J. Microbial., 31, 744- 750 .*

*El- Abagy, M. M., Kamel, M. M. and Shaaban , A. M. (1994)," The Effect of Sludge Treatment Systems on Removal of Bacterial Indicators and Salmonellae", J. Union Arab Biologists 1 (B), 101 - 112 .*

*Furhacker, M.; Haberl, R. (1995), "Composting of Sewage Sludge in Rotating Vessel", The Second Middle East Conference, Cairo, Egypt, March 1995 .*

*Heijnen, J. J. (1983) . Development of high - rate Fluidized - bed Reactor . In Proceedings European Symposium Anaerobic Wastewater Treatment . Noordwijkerhout, The Netherlands, 259- 274 .*

*Hossam, A. A.; Saad, S. G.; Mitwally, H.H.; Saad, L. M., and Noufal, L. (1990) . "Solar Energy for Sludge Drying in Alexandria Metropolitan Area- Case Study in Egypt, " Water Sci. Tech. 22 (12): 193 - 204 .*

*Mata- Alvarez, J., Cecchi F., Pavan P. and Fazzini G., (1990), Performances of Digesters Treating the Organic Fraction of Municipal Solid Waste Differently Sorted , Biological Wastes, 33, 181 - 199 .*

*Zimmer, S. H.; Ali, E. B.; Amer, E. A.; Massoud, F. I., and Ismail, M. M. (1995), " Composting of Sewage Sludge in Greater Cairo" , The Second Middle East Conference, Cairo, Egypt, March, 1995 .*

The results show that with fixed- bed digester higher percentage of COD, BOD, bacterial removal and gas production can be obtained than with the stirred digester. This may be due to that in a completely mixed digester the acidiogenic and methanogenic bacteria had to be made to live together which hinders the process. However , in the fixed - bed digester the media would enable the two microorganisms to be separate which speeds up the process ( Dolfing et al ., 1985 ) .

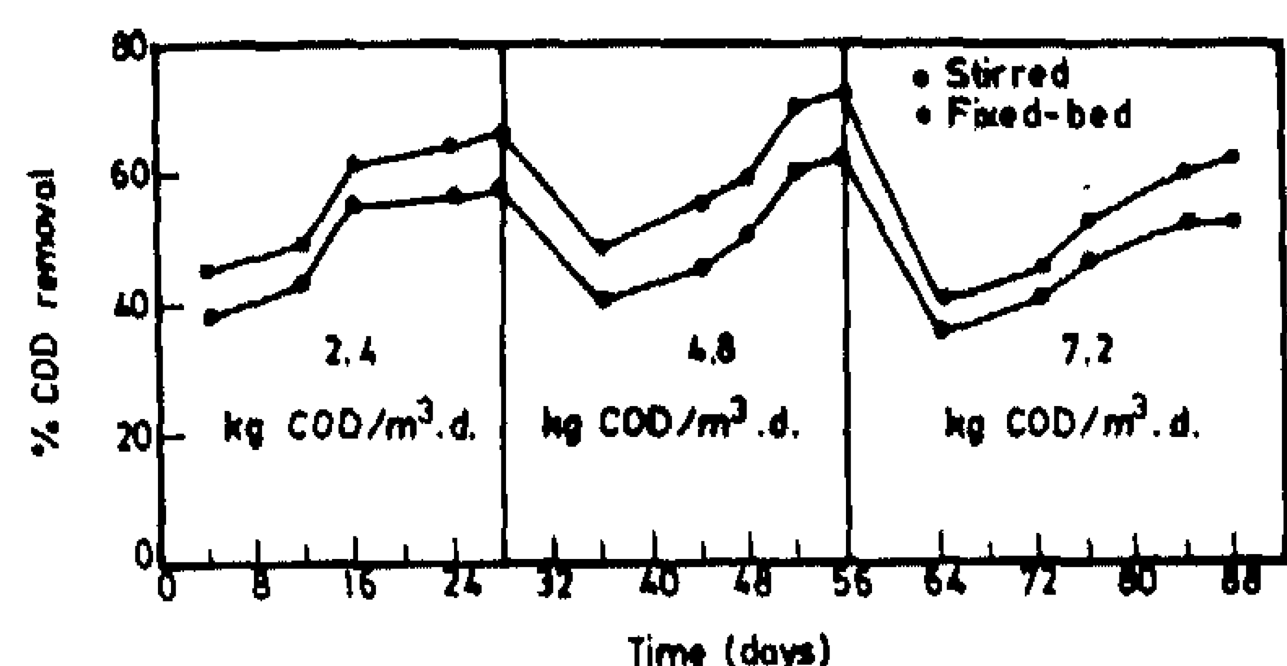



Fig 2- Effect of organic loads on the performance of anaerobic digesters

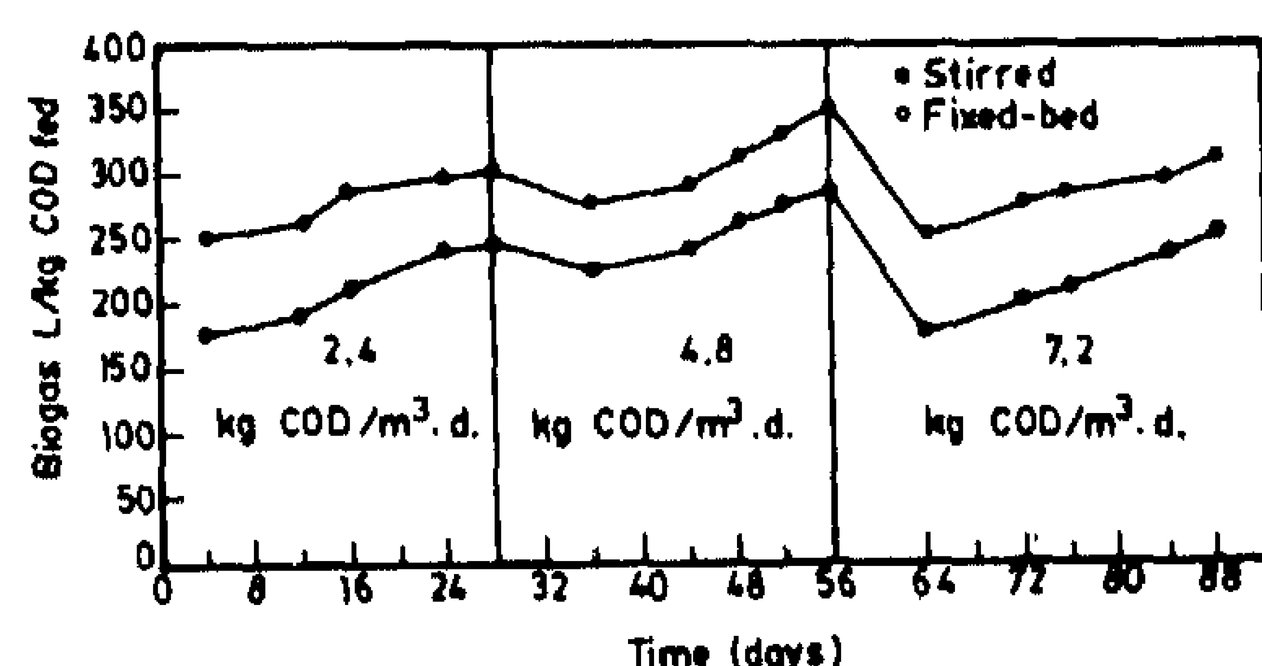



Fig 3- Effect of organic loads on biogas production from anaerobic digesters

### Composting Method

Composting of sewage sludge initially containing 39.2 % dry matter has been investigated . The results obtained (Table 2) show that the total solids increased from 39.2% to 93% after 42 days , while organic matter decreased with time which indicates that the sewage sludge had been biologically decomposed. During the process of composting , there was an increase in the total nitrogen and phosphorus content by 22% and 33%, respectively . From table (2) complete removal was achieved for Salmonella within one week and Faecal coliform after five weeks . Coliphage was more resistant to the composting conditions, where only 34.7% was removed after six weeks . Faecal streptococci was reduced by 63.5% after six weeks of the treatment . The reduction of the tested bacterial parameters was referred to shortage in available water , increase of nutrients and toxic materials concentrations. These results were confirmed by several investigators (Hossam, et al, 1990, and Zimmer,et al, 1995) . From these findings , it is clear that the composted sludge can be used as commercial fertilizers without introducing hygienic problems to the environment .

Table 2- Results of the experiments with composting method

| Characteristics | Units | Days | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 | 35 | 42 |
| Dry matter | % of fresh material | 39.2 | 48.6 | 53.1 | 62.7 | 74.6 | 91.8 | 93.2 |
| VOM | % of Dry matter | 62.6 | 59.3 | 53.2 | 50.1 | 46.9 | 43.8 | 37.6 |
| Total Nitrogen | % of Dry matter | 1.16 | 1.19 | 1.22 | 1.29 | 1.31 | 1.35 | 1.41 |
| Total Phosphorus | % of Dry matter | 1.22 | 1.29 | 1.31 | 1.35 | 1.42 | 1.51 | 1.58 |
| Faecal Coliform | % Removal | --- | 9.6 | 25.6 | 24.4 | 27.1 | 37.8 | 100 |
| Faecal Streptococci | % Removal | --- | 3.6 | 12.6 | 15.1 | 12.6 | 30.9 | 63.5 |
| Coliphage | % Removal | --- | --- | --- | 10.9 | 20.6 | 18.7 | 34.7 |
| Salmonellae | % Removal | --- | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

## CONCLUSION

Anaerobic treatment of sewage sludge using either stirred or fixed- bed digester reduces the organic matter and produces biogas as an energy source but the microbial content of the resulted sludge is still high to be used as a fertilizer . The composting method increases sewage sludge solid content and reduces its organic matter . In addition there was an increase in total nitrogen and phosphorus content . It also causes complete removal of salmonella and faecal coliform . Therefore , sewage sludge is transformed by composting into valuable humic substances which can be used as soil conditioners and organic fertilizers .

**Acknowledgements**

The authoress wishes to thank Dr. A. M. Shaaban , Researcher, WPCD, NRC, Egypt for his effort in microbiological examinations .

Table -1 Results of the experiments with stirred and Fixed-bad Digesters

| Characteristics | Units | Organic Load 2.4 Kg COD / $m^3$. d. | | | | | | | Organic Load 4.8 Kg COD / $m^3$. d. | | | | | | | Organic Load 7 2 Kg COD / $m^3$. d. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Feed | Effluent of stirred Digester | | | Effluent of Fixed-bed Digester | | | Feed | Effluent of stirred Digester | | | Effluent of Fixed-bed Digester | | | Feed | Effluent of stirred Digester | | | Effluent of Fixed-bed Digester | | |
| | | | Min | Max | Ave. | Min | Max | Ave. | | Min | Max | Ave. | Min | Max | Ave. | | Min | Max | Ave. | Min | Max | Ave. |
| pH | | 72 | 6.6 | 6.9 | - | 6.8 | 7.1 | - | 7.3 | 6.5 | 6.9 | - | 6.7 | 7 | - | 7.3 | 6.4 | 6.8 | - | 6.4 | 6.9 | - |
| COD | $gO_2/L$ | 47.2 | 20 | 29 | 25 | 16 | 26 | 21 | 92.6 | 37 | 54 | 45 | 27 | 48 | 36 | 140 | 67 | 85 | 74 | 59 | 81 | 64 |
| % Removal | % | - | 38 | 37 | 49 | 45 | 65 | 55 | - | 41 | 60 | 53 | 48 | 71 | 61 | - | 40 | 52 | 47 | 42 | 60 | 55 |
| BOD | $gO_2/L$ | 16.1 | 7.1 | 93 | 8.5 | 4.9 | 8.4 | 6.2 | 30.9 | 13.3 | 17.9 | 14.9 | 6 | 16 | 11 | 48.2 | 22 | 29 | 26 | 18 | 26 | 21 |
| % Removal | % | - | 46 | 56 | 47 | 45 | 70 | 54 | - | 42 | 57 | 53 | 46 | 79 | 62 | - | 41 | 55 | 45 | 46 | 62 | 55 |
| T.R., 105° C | g/L | 32.1 | 21 | 25 | 22 | 18 | 23 | 19 | 64.2 | 41 | 49 | 44 | 35 | 46 | 40 | 94.2 | 63 | 72 | 68 | 58 | 69 | 64 |
| VOM,550° C | g/L | 19.5 | 8.6 | 13 | 11 | 5.7 | 10.5 | 7.8 | 39.8 | 17 | 25 | 20 | 11 | 21 | 15 | 58.2 | 28 | 36 | 33 | 22 | 32 | 28 |
| % Removal | % | - | 36 | 56 | 45 | 46 | 69 | 53 | - | 38 | 57 | 51 | 47 | 72 | 60 | - | 38 | 53 | 44 | 44 | 61 | 53 |
| Total Nitrogen | mg N/L | 280 | 212 | 265 | 243 | 204 | 249 | 235 | 520 | 429 | 458 | 432 | 415 | 442 | 412 | 840 | 636 | 744 | 706 | 619 | 724 | 679 |
| Total phosporus | mg P/L | 148 | 114 | 113 | 125 | 108 | 124 | 114 | 272 | 214 | 234 | 225 | 197 | 219 | 209 | 438 | 369 | 394 | 368 | 329 | 380 | 340 |
| Faecal Coliform | % Removal | - | 22.1 | 54.1 | 41.1 | 22.1 | 55.7 | 41.7 | - | 5.2 | 24.3 | 24.1 | 1.2 | 33.8 | 32.6 | - | 15.0 | 29.5 | 26.2 | 21.5 | 24.5 | 22.8 |
| Faecal Streptococci | % Removal | - | 22.1 | 45.8 | 35.2 | 22.9 | 44.8 | 31.5 | - | 21.9 | 33.6 | 28.8 | 21.1 | 42.2 | 35.1 | - | 27.3 | 38.6 | 31.8 | 20.8 | 31.8 | 27.1 |
| Coliphage | % Removal | - | 11.2 | 12.3 | 11.8 | 8.6 | 12.7 | 10.1 | - | 1.2 | 18 | 10 | 4.5 | 20.7 | 9.9 | - | 5.9 | 19.9 | 11.5 | 8.2 | 19.2 | 12 |
| Salmonellae | % Removal | - | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | - | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | - | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Biogas Produced | L/Kg COD added | - | 194 | 245 | 236 | 261 | 300 | 290 | - | 226 | 283 | 259 | 293 | 350 | 328 | - | 190 | 250 | 210 | 275 | 310 | 280 |

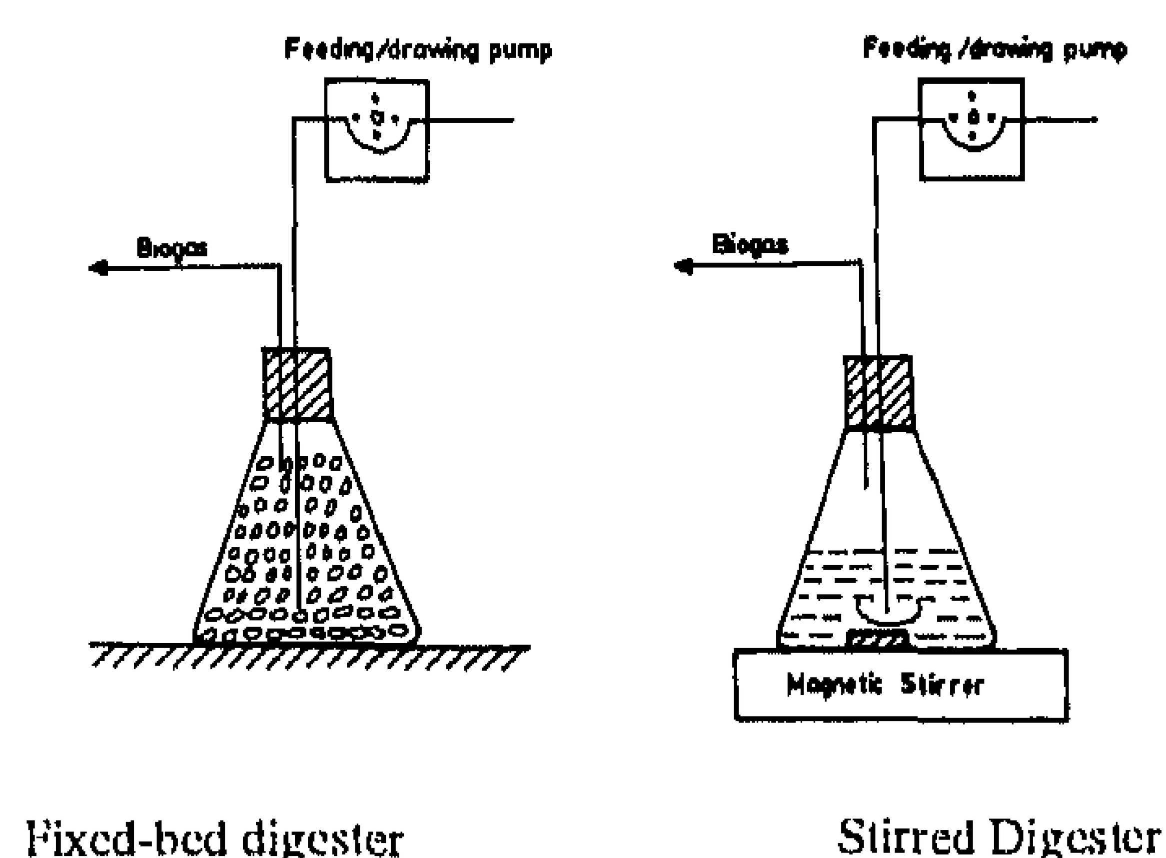
The results are the mean value of 12 - weekly collected sample

## MATERIAL AND METHODS

Figure (1) shows a schematic diagram of the apparatus used . The digesters were 5 L capacity, with a working volume of 3 liters . It the stirred reactor stirring is achieved by the use of magnetic stirrers. In the fixed-bed reactor a plastic medium (Berl saddles ) having a large void volume ( about 90 percent ) was chosen to provide additional space for the large accumulation of organic suspended solids . Feeding and drawing were carried out once daily as the volume was too small for continuous feeding / drawing.

Digester start-up was achieved by obtaining activated sludge from a municipal wastewater treatment plant . Each digester was seeded with a mixture comprising equal volume of actively digesting sewage sludge and untreated sewage sludge. The digesters were kept at room temperature , which had a mean value of 28% C . After an acclimatization period of two weeks, the stirred and fixed - bed digesters were operated at three organic loads of 2.4, 4.8, and 7.2 kg COD/m3/d at a constant detention time of 20 days .

Composting apparatus of 60 liters capacity with depth of 50 cm was used; only 40 liters were utilized with working depth of 30 cm .




Fixed-bed digester Stirred Digester

Fig. 1- Schematic Diagram of Apparatus

Samples were collected from the influent and effluent at daily intervals and were examined for pH, Chemical Oxygen Demand (COD) , Biological Oxygen Demand (BOD), total solids (T.R.) , total volatile organic matter (VOM), total nitrogen (TN), total phosphorus (TP), Faecal coliform,Faecal streptococci, Coliphage , and Salmonellae .

Physico-chemical analysis and bacteriological examinations of the samples were conducted according to procedures given in American Standard Methods devised by APHA (1992) .

Biogas volume was measured using water displacement technique.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Stirred Digester :

For the determination of the optimum operating conditions of this reactor type, the organic loading was stepwise increased by three stationary periods of about 28 days, each with a constant influent concentration . From the results of these experiments , shown in Table (1), it can be concluded that the optimum digester loading is 4.8 kg COD fed/ $m^3$/ d . The residual BOD value of the digested sludge at this load ranged from 13 to 18 $gO_2$/L, with an average value of 15 $gO_2$/L. Average residual values of TN and TP were 432 mgN/L and 225 mg P/L, respectively. A decrease of the production of biogas from 259 to 210 L/ Kg COD and an increase of volatile organic matter in the treated sludge from 20 to 33 g/L were recorded during the period of the highest organic load . An average removal of 24% and 29% in Faecal coliform and Faecal streptococci during the organic load of 4.8 Kg COD/$m^3$/d was achieved ( Table 1 ) . Corresponding log densities were 4.4 MPN/ 100 ml each . Moreover, colliphage was present and detected in all effluent samples. The results of microbiological examination indicated health hazard in using the anaerobically treated sludge as fertilizer. These results are in agreement with those reported by El-Abagy, et al. (1994) .

### Fixed - bed Digester

The reactor, was operated for 16 weeks . Organic loads of 2.4 , 4.8 and 2.7 kg COD/ $m^3$/ d were selected . The results illustrated in Figures (2 & 3) indicate that increasing organic loading from 2.4 to 4.8 kg COD/ $m^3$/ d increased the BOD and COD removal by 14.8% and 10.9% while corresponding biogas increase was 13% . While increasing the organic loading from 4.8 to 7.2 kg COD/ $m^3$/ d decreased the BOD and COD removal by 11.3% and 9.8 % corresponding biogas reduction was 14%. The treated sludge constituents at the optimum load of 4.8 kg COD/ $m^3$/ d, BOD, TN, TP, were 11 gO/ L, 412 mg N/L and 209 mg P/L , respectively . Examination of the bacterial parameters revealed that as the organic load increased, the efficiency of the system in removing bacterial parameters decreased. The results in Table (1) show a maximum removal of 33.8% and 42.2 % in Faecal coliform and Faecal streptococci at an organic load of 4.8 kg COD/ $m^3$/ d . Results of the survival of bacterial virus (coliphage) has shown its persistence .

# TREATMENT AND REUSE OF SEWAGE SLUDGE

By
Fayza A. Nasr*

Treatment of sewage sludge using composting , fixed- bed and stirrred anaerobic digesters was conducted. The treatment performance in terms of physic-chemical parameters, bacterial indicators, pathogenic forms were assessed . Also, Biogas production rate was recorded in case of anaerobic digesters. Composting of the sewage sludge increases its total solids from 39% to 93% after 6 weeks, while the reduction of organic matter was 40% and the total nitrogen and phosphorus content has increased by 22% and 30 %, respectively . Also complete removal of salmonellae and faecal coliform has occurred , so composted sludge can be used as soil conditioner and fertilizer . The results of anaerobic treatment indicated that an organic load of 4.8 kg COD $m^3$/day achieved best operating conditions for either the stirred or fixed- bed digester. Average percentage removal of COD, BOD, Faecal coliform , Faecal streptococci and biogas production rate for stirred digester were 53% , 53%, 24%, 29% and 259 L/Kg COD/day , respectively . The corresponding average percentage removal for the experiments with fixed- bed digester were 61%, 62% , 33% and 328 L/Kg COD/ day, respectively . An improvement in BOD , Faecal coliform and gas production rate by 17%, 38% and 21% was achieved due to the presence of media ( Berl saddles ) in the fixed - bed digester. Microbial content of the anaerobically treated sludge is high to be used as a fertilizer, while that of the composted sludge is low enough for it to be used as a fertilizer .

**KEYWORDS :** Sludge treatment , Anaerobic , Fixed- bed, Stirred digester, Composting, Sewage sludge Bacterial indicators

## INTRODUCTION

The daily output of more than 4000 $m^3$ sewage sludge in Greater Cairo could be used as organic fertilizers and soil conditioners . Although raw sewage sludge contains valuable nutrients like nitrogen, phosphorus, calcium and trace elements , as well as organic matter , which are beneficial for crop production , however, it contains various pathogenic microorganisms which cause harm to both man and animal. Thus, the sludge must be treated to remove pathogens and reduce the organic matter to enhance its quality and suitability for agricultural use . Various sludge treatment processes have been recorded by Furhackaer and Haberl, 1995. Of those processes, composting and anaerobic treatment are commonly applied for sewage sludge treatment . Composting is an aerobic thermophilic decomposition of organic constituents to a relatively stable humus like material. The microbiological activity of fungi, bacteria and actinomycetes is influenced by environmental factors like moisture content , oxygen concentration , carbon/ nitrogen ratio , pH and temperature . The oxidizing process results in a temperature of 50-70$^0$ C in the composting heap These thermophilic temperatures and microbiological antagonisms lead to a rapid die-off of pathogens .

The anaerobic treatment aims at the reduction of bacteria, the improved hygiene of sludge , the reduction of the volume itself and acquisition of methane as a source of energy . Among the different designs of the anaerobic treatment processes , fixed- bed and stirred reactors are commonly used . Numerous studies have shown that fixed-bed digester containing media ranging from small rock to highly porous modules are effective for anaerobically treating a variety of organic wastes ( Heijnen, 1983). Mata - Alverez et al, (1990 ) reported that stirred reactors are considered to be well suited for anaerobic digestion of wastewater because with it a short liquid residence time can be combined with a long sludge retention time and it is possible to maintain high sludge concentration in the reactors .

The intent of this study is to investigate the performance of composting , fixed - bed and stirred anaerobic digester methods for treatment and reuse of sewage sludge .

* Ass.Prof. of Chem Eng. & Waste- Treatment, Dept. of Water Pollution Contrl, NRC, Cairo , Egypt.

*REFERENCES*


[1] V.I. Rudnev, and D.L. Loveless, " Induction Heating of Slab, Plate, and Bar for Continuous Casting Lines", The International Aluminum Conference, October 26-29, 1994, Atlanta, U.S.A., pp.32-44.

[2] M.L.Brown, "Calculation of 3-dimensional Eddy Currents at Power Frequencies", IEE Proceedings Vol. 129, pt.A, No.1, January 1982, pp. 46-53.

[3] Grzegorz Szmanski, "Active Power Loss in Thin Non magnetic Tape Generated by Two sided Inductor Heater", IEEE Transactions on Magnetics, Vol.21, No.3, May 1985, pp. 1265-1270.

[4] K.R. Shao, and J.D. Lavers, " A New Hybrid Method Using Hinged Finite Elements Formulations for Skin Effect Eddy Current Problems", IEEE Transactions on Magnetics, Vol.26, No.5, September 1990, pp. 2765-2767.

[5] Induction Machines for Special Purposes by E.R. Laithwaite, (Book), 1965, Newnes.

[6] One &Two Dimensional Analysis of Linear Induction Motors by Yamamara S.A., IEEE, 1972.

[7] Performance of Linear Induction Motors Having Finite Rotor Width, M.Sc. Thesis by M.F. Salem, 1974, Ain-shams University.

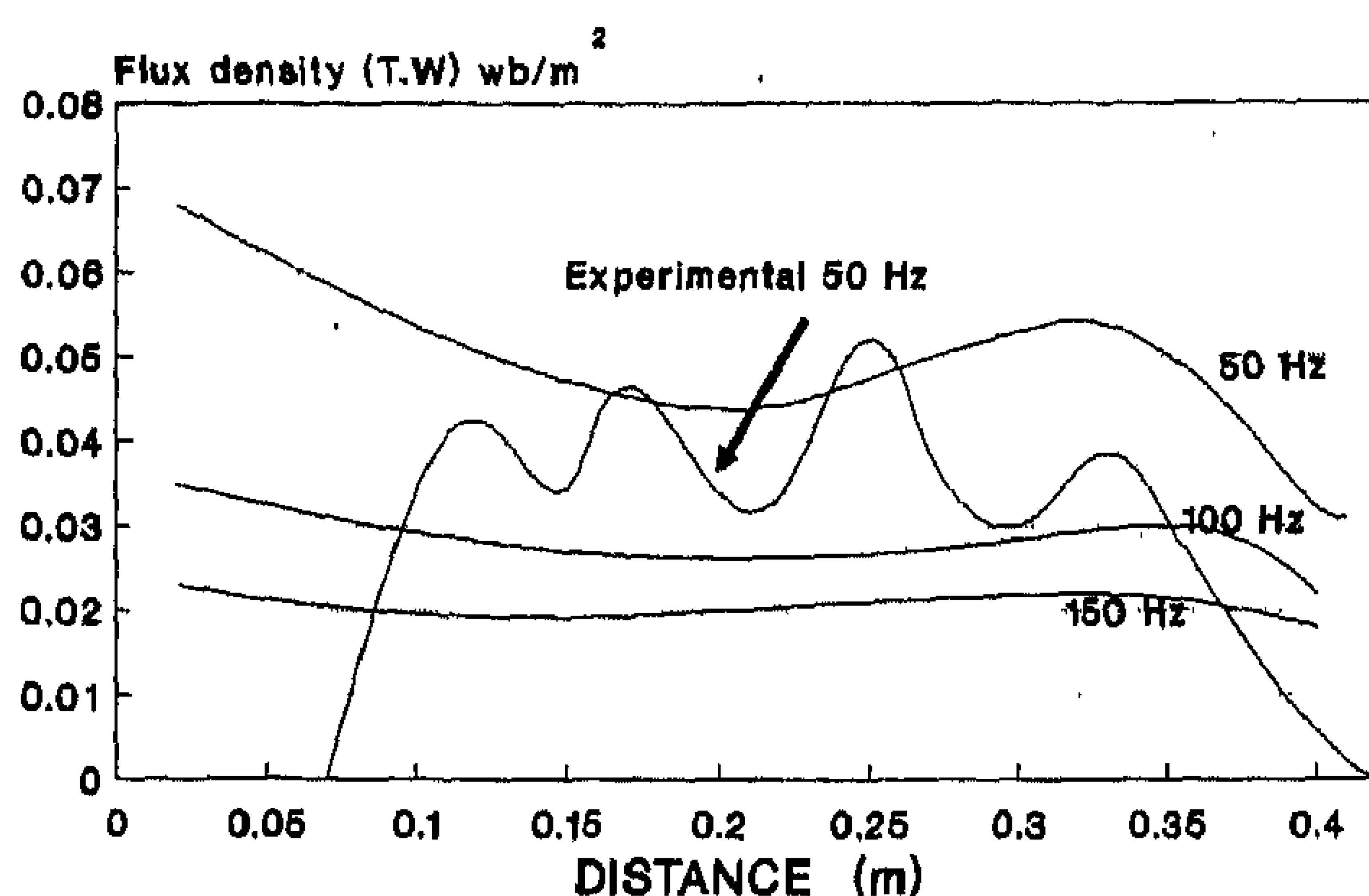



Fig. 4- Flux density distribution at different frequencies (aluminum sheet)

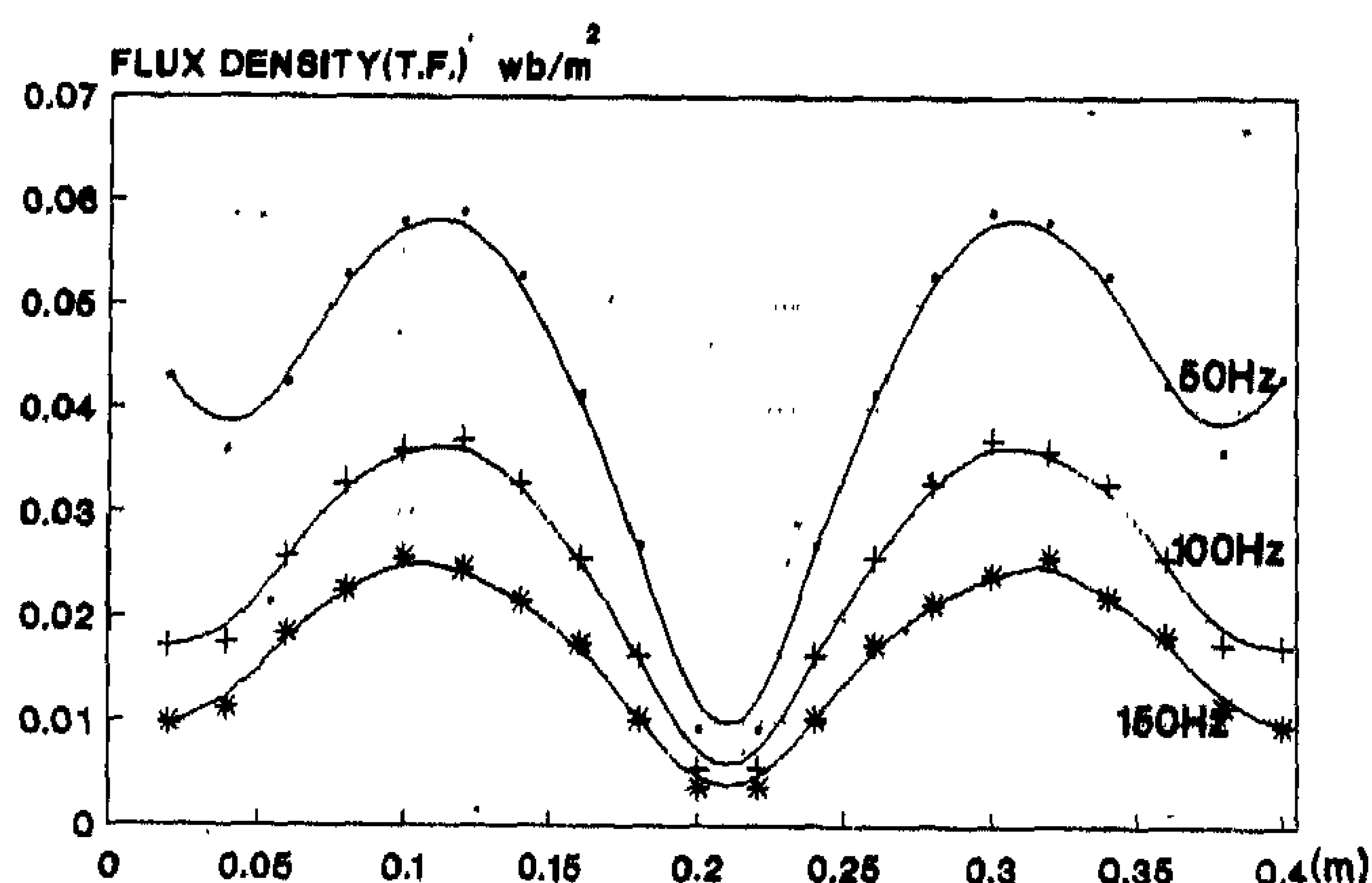



Fig. 5- Flux density distribution at different frequencies

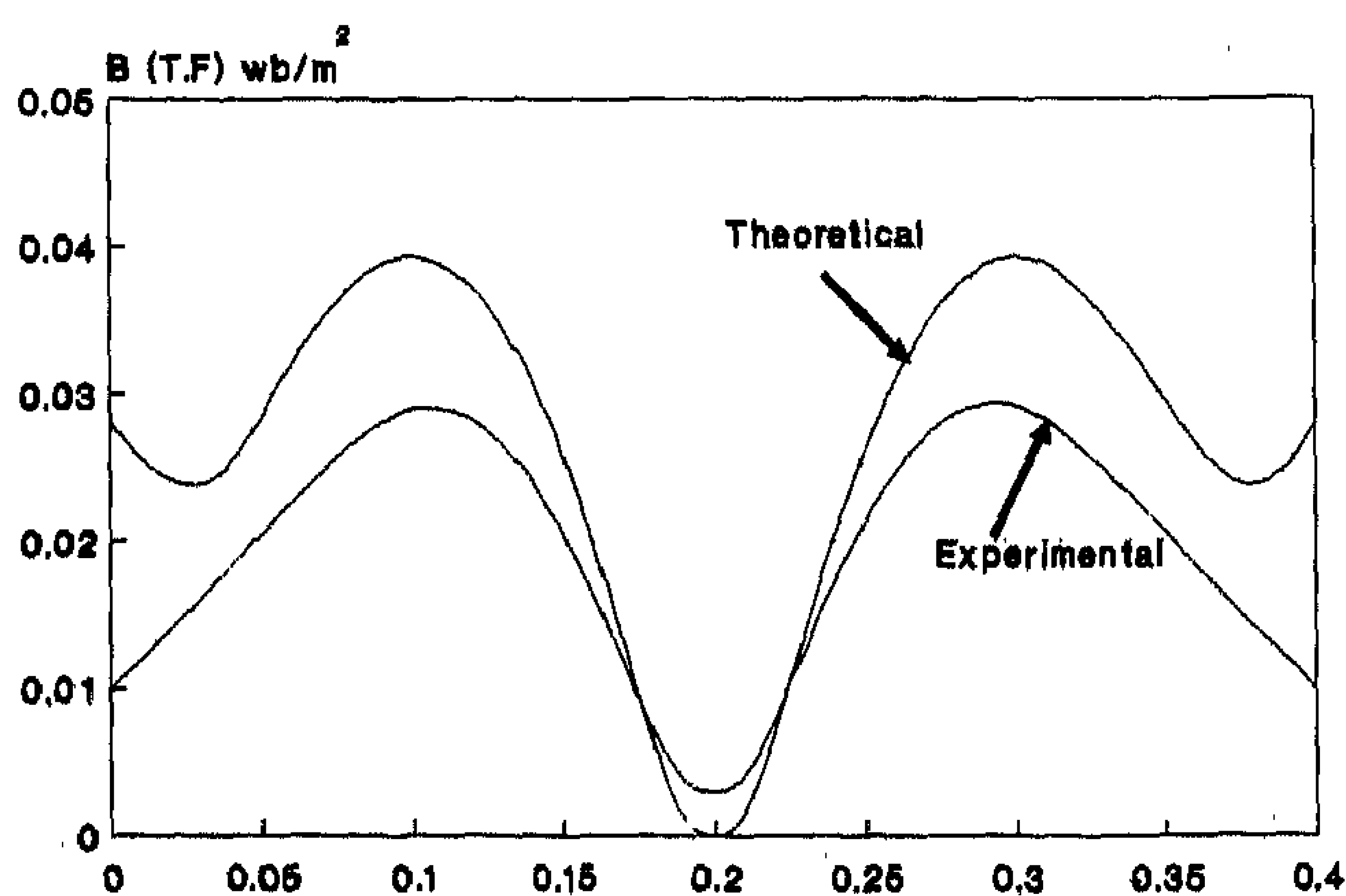



Fig. 6- Flux density distribution ( g=1.5 cm, 50 Hz )

**List of symbols:**

| | |
|---|---|
| b | magnetic flux density (T) |
| C | thickness of the heated sheet (m) |
| E | electric field ($v.m^{-1}$) |
| g | air gap length (m) |
| H | magnetic field strength (A/m) |
| i | $\sqrt{-1}$ |
| J | linear current density of inductor excitation (A/m) |
| $J_m$ | maximum value of J |
| j | sheet induced current density ($A/m^2$) |
| k | wave number = 2π/wave length (λ) |
| L | inductor length (m) |
| l | inductor width(m) |
| t | time in seconds |
| X | coordinate in the longitudinal direction of the inductor (m) |
| w | angular frequency = 2π.frequency |
| ρ | metallic sheet resistivity (Ω.m) |
| $u_0$ | air gap permeability |
| T.F. | suffix for transversal flux parameters |
| T.W. | suffix for travelling wave parameters |

## 6. CONCLUSION

Since the T.W is a new technique to be used in induction heating this paper presents the comparison between the new and the classical techniques. From the previous analysis and experimental work, it is clear that:

1.T.W induction heating presents a more uniform flux density distribution specially at higher frequencies.

2.The edges effects are equal in T.F while there are much difference in T.W, due to the reflected wave at the X = L where this phenomenon does not appear at the case of T.F. As a result, to avoid this irregularity, an additional winding or coil at X = L may be added to eliminate this phenomenon or a modification of the inductor shape.

3.Higher frequencies than the supply frequency 3-5 times may ensure acceptable heat distribution with T.W.

4.The only disadvantage of T.W technique is the generated longitudinal force which can be eliminated by special coil shapes and by ensuring mechanical fixation of the heated sheet for few seconds.

$$b_{T.F.} = b_p[\sin kx + \frac{k}{r_1}\frac{(\cos kL - e^{r2L})}{(e^{r2L} - e^{r1L})}e^{r1x} + \frac{k}{r_2}\frac{(e^{r1L} - \cos kL)}{(e^{r2L} - e^{r1L})}e^{r2x}]$$

Where, $r_1$ and $r_2$ are the roots of the characteristic equation

$$r_{1,2}=\pm(i\omega\alpha)^{1/2} \qquad (12)$$

and,

$$b_p = -\frac{J_m}{g}\frac{\mu_0}{k^2 + i\omega\alpha} \qquad (13)$$

(b) T.W. induction heating:

$$b_{T.W.} = ib_p\left[-e^{-jkx} + \frac{k}{r_1}\frac{(e^{-jkl} - e^{r2L})}{(e^{r2L} - e^{r1L})}e^{r1x} + \frac{k}{r_2}\frac{(e^{r1L} - e^{-jkL})}{(e^{r2L} - e^{r1L})}e^{r2x}\right]$$

## 4. EXPERIMENTAL MODEL

An induction heating model is specially constructed to fulfill the requirements of varying winding connections from 1-phase in case of T.F to 3-phase in case of TW. It consists of 2-sided twelve slots, each six slots contain only one pole. The length of this model (L) is equal to the wave length (λ). The upper and lower windings are identical. The upper side has the ability to turn $360^o$ around itself with respect to the lower side, also it can move up and down to vary the air gap value.

The constructed experimental model is illustrated by Fig. 2.

**Inductor data:**

Inductor length (L) = 0.4 m

Inductor width (w) = 0.1 m

Total number of pole pairs = 2

Tested air gap values = 1, 1.5, and 2 cm.

Tested metallic sheet c = 1 mm

The tests are carried out for aluminum sheet with resistivity

$\rho_{al} = 2.7 * 10^{-8}$ Ω.m

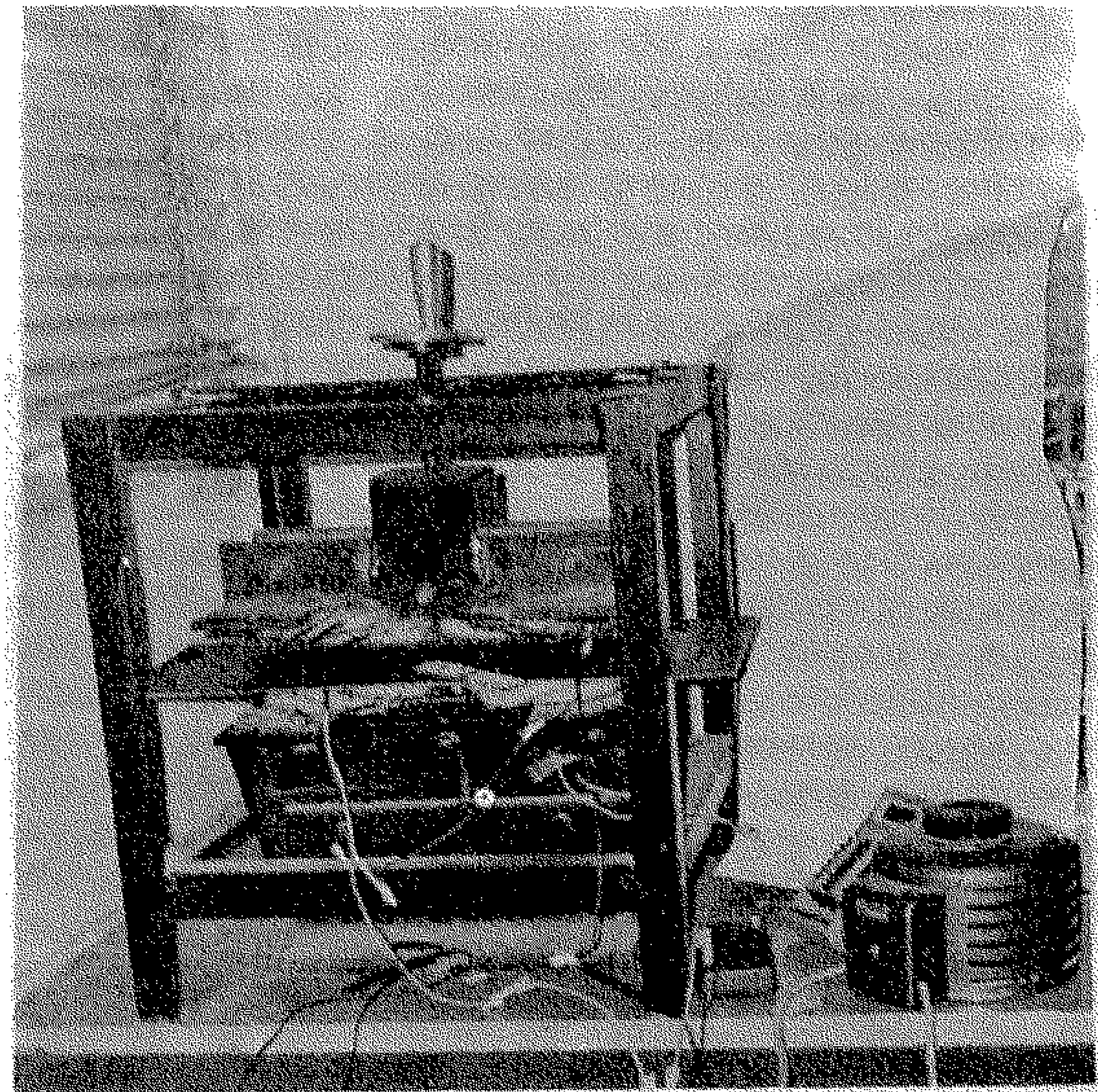


Fig. 2- Experimental model

## 5. RESULTS

Theoretical and experimental results for the two cases under study are illustrated by fig. (3) to (6).

The two sets of curves Fig. (3), (4), and Fig. (5), (6); are illustrating the flux density distribution for T.W and T.F at different values of frequency respectively. Comparing flux density distribution in the two cases, it is clear that, in the case of T.W the flux distribution is much better than in the case of T.F, and the distribution improves with the increase of frequency in both cases but it becomes almost uniform distribution with the T.W. The experimental results are matching with the theoretical results. At both edges the flux density increases due to edge effects.

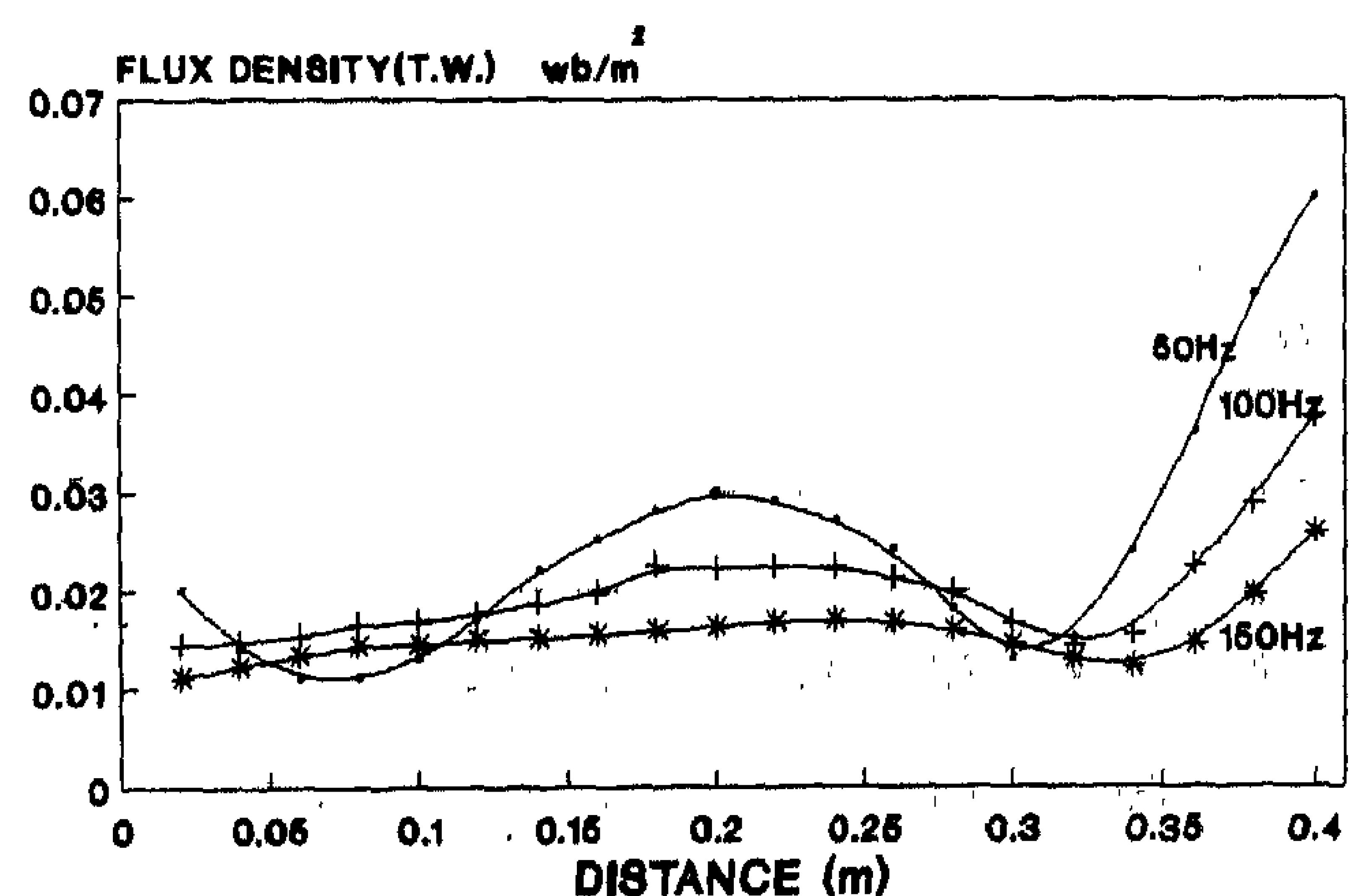



Fig. 3- Flux density distribution at different frequencies(Iron)

In this paper, an experimental induction heating model is constructed to be as a general purpose inductor (can be connected as a single or three phase), and possible to have a variable air gap construction. Both techniques (TF) and (TW) are tested on the experimental model. Theoretical simulation is carried out to calculate the effect of varying frequency, air gap, sheet thickness, width, and material on the flux density distribution all over the heated sheet. Theoretical and experimental results are demonstrated and compared.

## 2- SYSTEM ASSUMPTIONS

For both techniques T.F and T.W, it is necessary to simplify the actual case to be mathematically simulated. The main assumptions which are made for the study of the double sided inductor using both techniques are as follows:

-The sheet is considered to be fixed. That is to say the sheet speed is equal to zero.

-Slots effect is neglected, and iron has infinite permeability.

-Excitation is represented by two current sheets on the two sides of the inductor. For T.F. (stationary field), the current density sheet may be represented by:

$$J_{T.F.} = J_m \cos KX \exp(i\omega t) \tag{1}$$

while for T.W. (travelling wave), the current density sheet may be represented by:

$$J_{T.W.} = J_m \exp(-iKX)\exp(i\omega t) \tag{2}$$

This current sheet has a limited length determined by the actual excitation of the heating inductor. All parameters are pulsating sinusoidal with time.

## 3- SYSTEM MODELLNG AND THEORETICAL SIMULATION.

This inductor and the heated sheet can be represented by Fig.(1).

The field equations will be in one-dimensional theory because of its simplicity, short time of computer calculations compared to 2 and 3-dimensional analysis. Normally higher order analysis needs numerical solutions such as finite element or finite difference methods.

### 3.1. Field equations:

Applying Maxwell equations to the model, then,

$$\nabla \times H = J \tag{3}$$

$$\nabla \times E = \frac{\partial b}{\partial t} \tag{4}$$

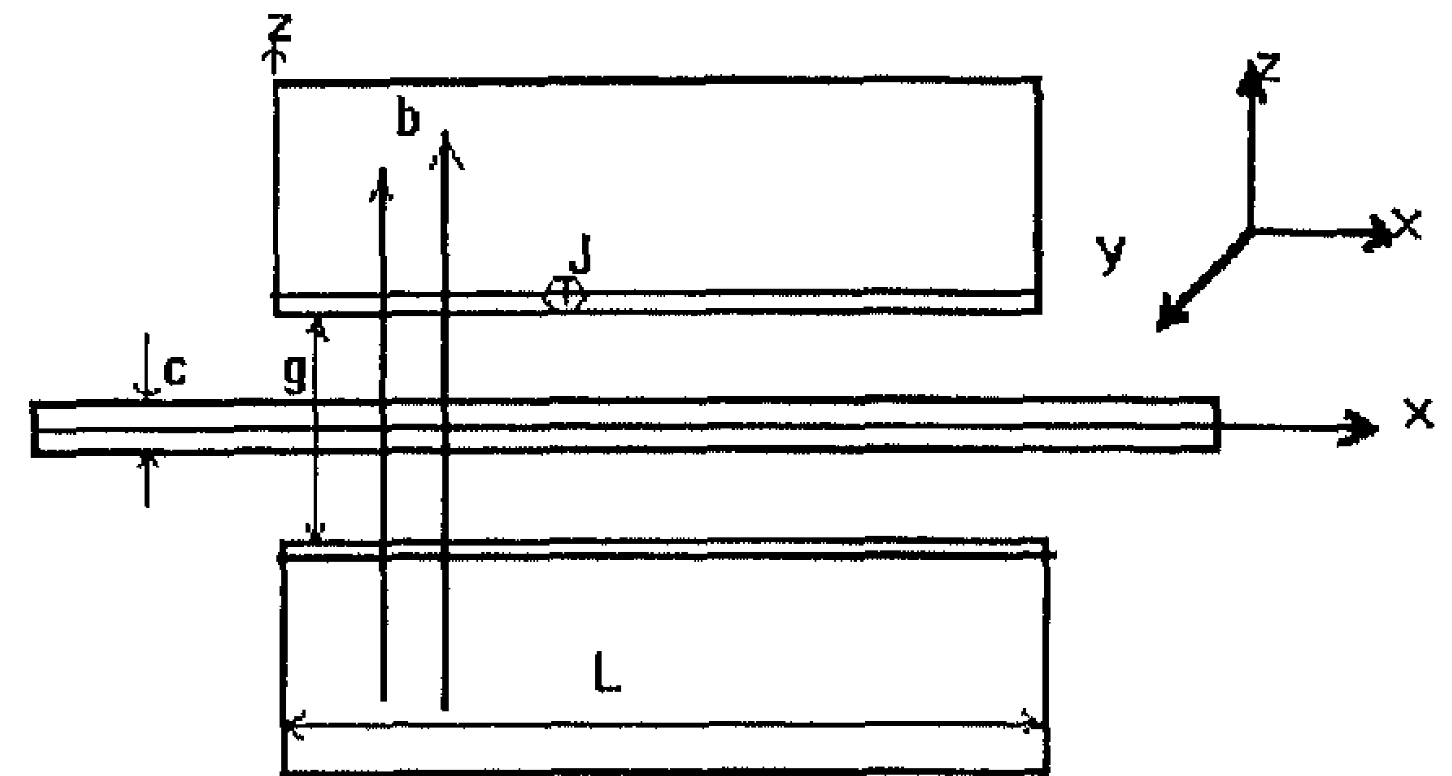



Fig.1. Induction heating model

$$\nabla . b = 0 \tag{5}$$

$$\nabla \times b = 0 \tag{6}$$

From equation (3),

$$-db/dx = \mu_0 (cj + J) \tag{7}$$

$$J = E/\rho \tag{8}$$

and from (4),

$$\rho \cdot dj/dx = i\omega b$$

substituting (7) in (8), then

$$\frac{d^2 b}{dx^2} - i\omega\alpha b = -\frac{dj}{dx} \tag{9}$$

where,

$$\alpha = \mu_0 c / \rho g \tag{10}$$

From these equations the general field solution can be written, but to calculate the field values it is necessary to apply the boundary conditions to get the values of the constants of the solution of the differential equations.

### 3.2. Boundary conditions and final solution:

Outside the air gap ($x < 0$ or $x > L$), $j=0$ bec... $\partial j / \partial X = 0$. Then, applying this equation at x=0 ... x=L the two constants of the field equation can determined.

The final solutions for the two systems under study can be written as follows:

### (a) T.F. induction heating:

The complete solution of flux density is

# THEORETICAL AND EXPERIMENTAL COMPARISON BETWEEN TRANSVERSAL FLUX AND TRAVELLING WAVE INDUCTION HEATING

By
Hisham El Khashab* M. Shaker El Markabi** M. Kamel Said*

ABSTRACT

Transversal flux is one of the main conventional methods of induction heating used specially for heat treatment of metallic sheets. The main advantage of this technique is the possibility of using low frequency, which avoids the use of expensive high power, high frequency power supplies. The main problem facing this technique is the non uniform air gap flux and consequently temperature distribution all over the sheet due to edge effect. Recently, a new technique, the travelling wave induction heating technique is started to be used. This technique is complex, and there is not enough experimental or theoretical work done [1]. In this paper a comparative theoretical and experimental study is carried out for these two techniques. The air gap flux density distribution along the metallic sheet is compared theoretically and experimentally using both techniques for different air-gap supply frequency, sheets width and thickness. The theoretical and experimental model (Locally constructed) results are compared and demonstrated..

## INTRODUCTION

Heat treatment by induction heating is one of the most economical and efficient techniques to get a uniform hardness. Local or surface hardness is an essential phenomenon to keep the internal part of gears or shafts soft, while the surface should have certain hardness to resist wear. The thickness of the treated layer is determined by the induction heating frequency which implies the penetration depth of the heated piece. Many publications are devoted to transversal flux induction heating such as [2] to [4], while a few recent publications have mentioned the tendency to use the travelling wave induction heating technique such as [1]. Moreover, the travelling wave applications in linear induction motor have been studied in many publications such as [5],[6], and [7], for linear motor applications.The difference between one type of induction devices and another is mainly in the method of excitation.

The transversal flux induction heater (TF) has a perpendicular flux density over the heated metallic sheet, and also the travelling wave induction heater (TW). The main difference between the two techniques comes from the type of excitation and the winding design. The induced eddy currents are in both TF and TW circulated in the plane of the heated sheet and not within its thickness. This permits induction heating with high power densities using low and sometimes line frequency.

Excitation in (TF) is mainly through 1-phase induction coil pair located along both sides of the sheet. As a result, the flux density is a stationary wave with respect to the sheet length. While in the (TW) the excitation is 3-phase supply fed to a 3-phase winding inductor to create a travelling wave in the air gap. The space winding distribution improves the heat distribution in the regions neighbouring the coil [1]. The main advantage of this system is the low vibration and industrial noise which is of high importance.

To realize the importance of this factor , it is necessary to mention the high rating of (TF) inductors. The power range of TF inductors reaches 600 KW with frequency 50-1000 Hz power supply depending on the application of the heat operation on the metallic sheet.

For both techniques, the problem of uniformity in the longitudinal axis of induction heated specimen is mainly caused by two phenomena:

1- Edge effect due to limited length of the excitation inductor with respect to the sheet.

2- Skin effect when using high frequency.

Consequently, the undesired phenomenon can be corrected by the proper choice of inductor design parameters, such as pole face, coil shape, and frequency selection.

*Electronics Research Institute.
**Faculty of Engineering, Cairo University.

***REFERENCES***

1- *Nakane H., " A Method for Simultaneously Measuring Resistivity and the Meissner Effect of a Superconductor Used with a Solenoid Coil", IEEE Trains . Instrum . Meas., Vol. 38 , No. 2, pp.438, Apr. , 1989.*

2- *Fayez Youssef, Nadia N. Tadros , " An Analytical Method for Evaluation of the Inductance of Air Cored Circular Coil" , Journal of Egyptian Society of Engineers , Vol. . 32 , No 1, pp . 35-38 , 1993.*

3- *Islam N.A., " A Theoretical Treatment of Low - frequency Loop Antennas with Permeable Cores ", IEEE Trans . Ant . Propa ., pp.162 - 167 , Mar .1963.*

4- *Zaman A.J.K. et al . " Impedance of a Loop Surrounding a Cylinder", IEEE Trans . Instrum . Meas., Vol . IM - 30 , pp . 41-45 , Mar . 1981 .*

$$\Delta \phi (a,z) = 2\pi\Delta \, Ac (a,z) \qquad (27)$$

From equation (23) , (25) , and (26) , and since D (s) is complex quantity , then we can write :

$$\frac{\Delta z}{j\varpi} = \frac{\Delta R}{j\varpi} + \Delta L = \frac{n}{sil}\int_{-1}^{1} \Delta\phi \,(a,z)\, dz \qquad (28)$$

From equation (25) , (26) , (27) , and (28) we can write :

$$\frac{\Delta R}{j\varpi} + \Delta L = 2a^2 n\mu_0 \int_0^\infty D(s)\frac{\sin^2(ls)}{(ls)2} K_1^2(as)ds \qquad (29)$$

Equation (29) is in good agreement with Nakane's expression in (1)

## IV- EXPERIMENTAL WORK

A program KLM is written in Basic 4.0 for the HP personal computer to evaluate equation (29) taking into consideration that this equation is a complex one .

To test KLM the examples presented in (1) is used . It was found that they are in good agreement . However, the values of ΔL are too small compared with the capabilities at NIS (National Institute for Standards, Egypt) for measuring inductances with considerable accuracy .

To realize the method with NIS capability , a coil of 1400 turns , l = 7 cm , a = 2 cm , f = 1000 Hz is used . Fig.(3) Shows the results of KLM for this coil with $\mu_r$=1, and b = 0.9,1.0,1.1 .........,1.4 cm. Fig. (4) shows the results for b=1.0 cm, and $\mu_r$ = 0.1, 0.2 ,.........., 1.0.

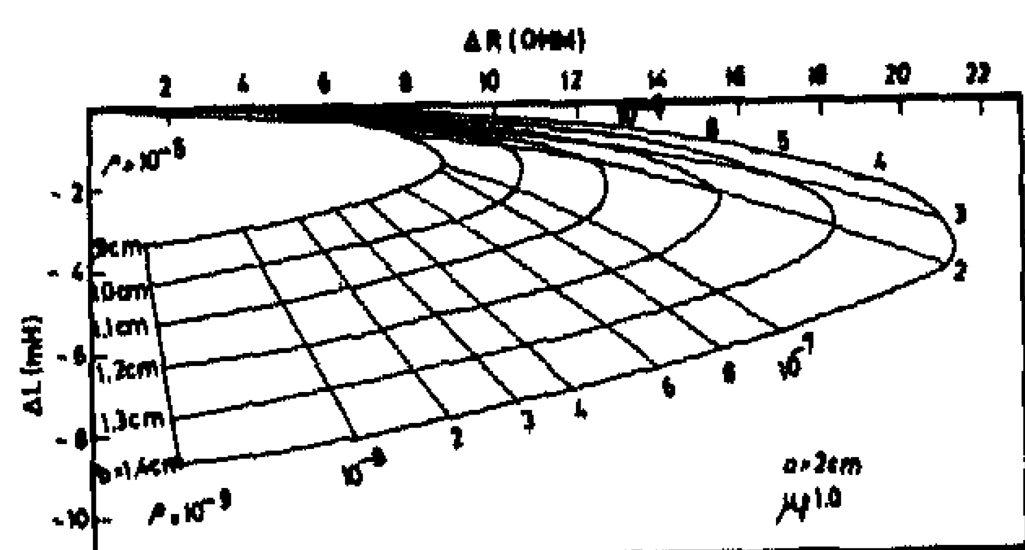



Fig. 3

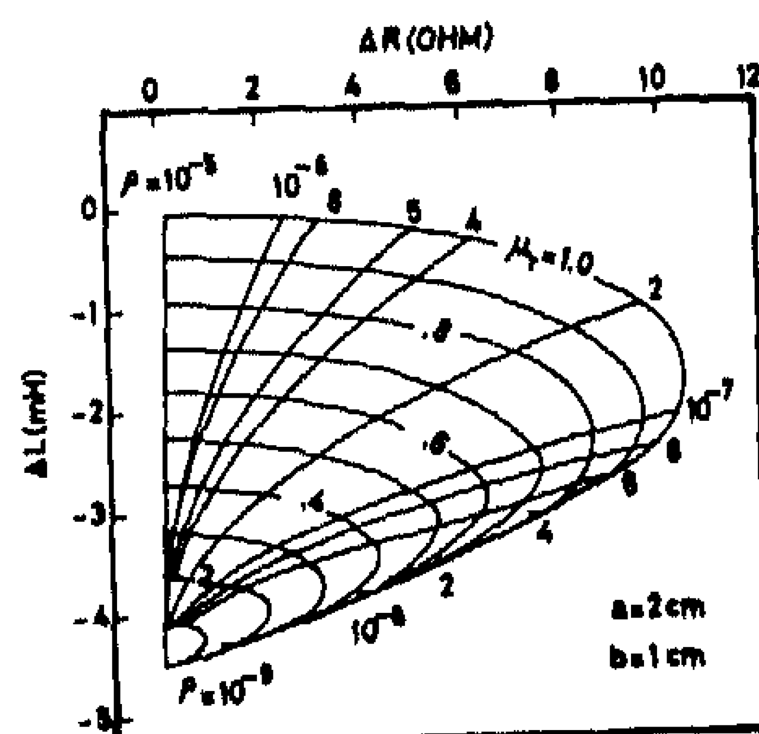



Fig. 4

The same coil is used to measure the resistivity of one bar of copper and one bar of aluminium . The General Radio Inductance Bridge 1632 - A is used for measuring Δz. Fig. (5) shows the results for copper and aluminium as plotted on a detailed chart . For comparison , the resistivity of the bars are measured by the direct dc 4 terminals method . Table (1) gives the results for direct and indirect methods . It can be realized from this table that the two methods are in good agreement .

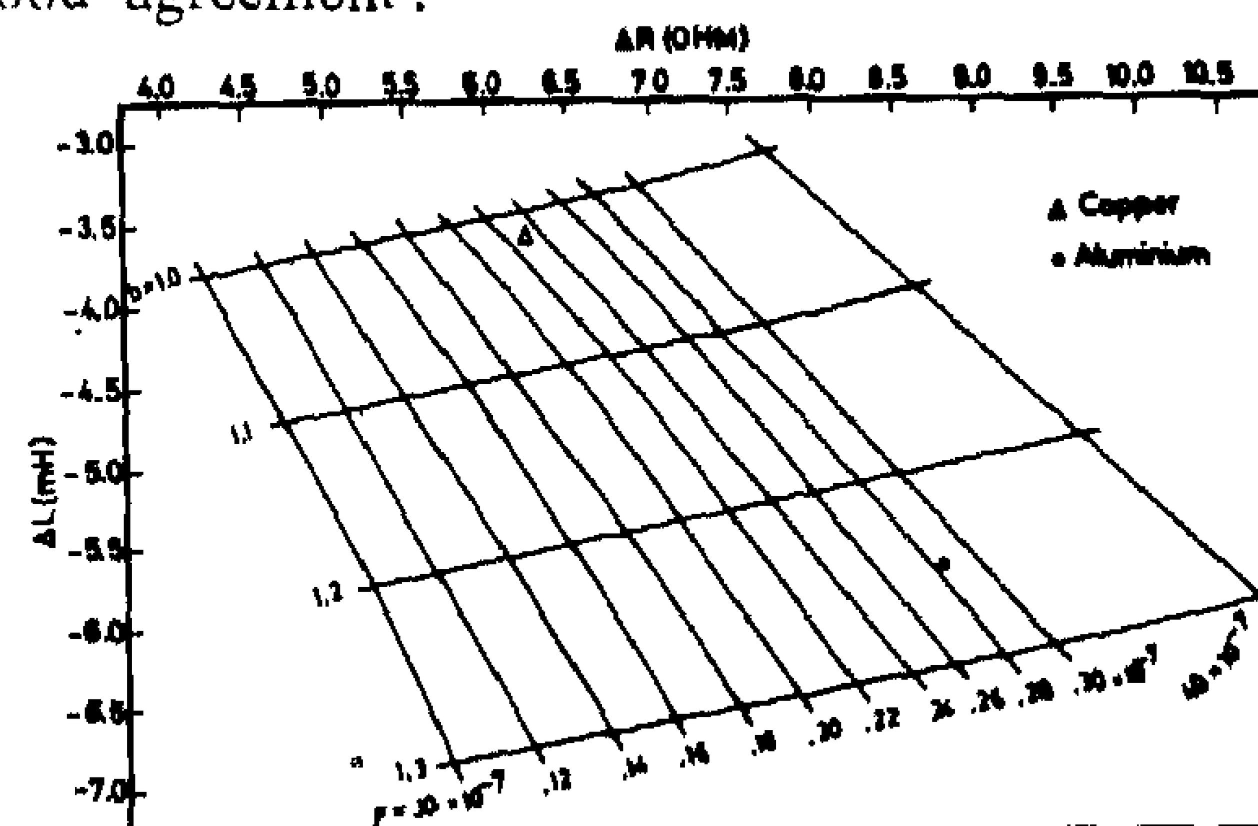



Fig. 5

Table 1

| | | | Indirect method | | | Direct method | | Hand books |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | b | T | ΔR | ΔL | ρ | VD | ρ | $\rho_{st}$ |
| | cm | cm | Ω* | mH | | mV | | |
| Cu | 1.003 | 100 | 6.27 | -3.6 | 0.23 | 0.066 | 0.21 | 0.175 - 0.182 |
| Al | 1.218 | 100 | 8.8 | -5.6 | 0.29 | 0.063 | 0.29 | 0.263 - 0.288 |

ρ in Ohm . meter . 10-7

$\rho_{st}$ Standard values of ρ from hand -books.

VD Dc voltage drop on bars when the current in bars is one Ampere

T Length of the conductor

## CONCLUSION

An indirect method for the measurement of resistivity of conducting bars previously proposed in(1), is realized by the NIS measurement capabilities .

The resistivity of copper and aluminium bars by this method has correlated well with the values obtained from the measurements using the known dc 4 terminals method . This method is recommended when it is required to make measurements without electrical touch to the conducting bars , and can be used as a non-destructive test for internal defects and cracks .

A simplified derivation of the difference of the coil impedance with and without the core is obtained .

## ACKNOWLEDGEMENT

The authors wish to express their thanks and appreciation to Prof. Dr. Ibrahim M. H. Saad for his valuable advices and encouragement during the progress of this work .

$$R(r)\,EI_1(s1r) + DK_1(S_1 r) \quad r \le b \tag{11}$$

respectively, where $I_1(x)$ and $K_1(x)$ are the modified Bessel functions of order one, from first and second kind, and

$$s_1 = (s^2 + J\omega\mu\sigma)^{1/2} \tag{12}$$

From the symmetry around the plane z = 0, only cosine term in equation (6) is considered. And since there are no restrictions on the values of s, all values of s must be considered, i.e. from s = 0, to s = ∞.

Using the fact that both $K_1(0)$ and $I_1(\infty)$ diverge, the magnetic vector potential can be written as,

$$A_1(r,z) = \int_0^\infty C_1(s) K_1(sr)\cos(sz)\,ds, r > a \tag{13}$$

$$A_2(r,z) = \int_0^\infty C_2(s) I_1(sr)\cos(sr)\,ds + \int_0^\infty C_3(s) K_1(sr)\cos(sz)\,ds, \quad b < r < a \ldots\ldots\ldots\ldots \tag{14}$$

$$A_3(r,z) = \int_0^\infty C_4(s) I_1(s_1 r)\cos(sz)\,ds \quad r < b \tag{15}$$

where $C_1(s)$, $C_2(s)$, $C_3(s)$ and $C_4(s)$ can be determined from the standard boundary conditions.

1- At r = a, $A_1 = A_2$, i.e

$$A_1(a,0) = A_2(a,0) \tag{16}$$

2- At r = a, the change in the tangential component of H in the z direction equals the surface current, i.e. at the loop (a,0)

$$\Delta\left(\frac{1}{\mu_0}\nabla \times A\right) = \text{Surface current / meter}$$

or

$$\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\big(rA_2(r,z)\big) - \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\big(rA_1(r,z)\big) = \mu_0 i\delta(z)$$

From Fourier integral theorem (3), one method of representing δ (z) is :

$$\delta(z) = \frac{1}{\pi}\int_0^\infty e^{jsz}\,ds \tag{17}$$

Then :

$$\frac{\partial A_2}{\partial r} = \frac{\partial A_1}{\partial r} + \mu_0 i\delta(z) \tag{18}$$

From equations (16), (17) and 18, we have :

$$C_2(s) = \frac{\mu_0 ia}{\pi} K_1(as) \tag{19}$$

3- At r = b, $A_2 = A_3$, i.e.

$$A_2(b,0) = A_3(b,0) \tag{20}$$

4- At r = b, there is no change in the tangential component of H in the z direction, i.e. at the circle b,0

$$\frac{1}{\mu_r}\frac{\partial}{\partial r}\big(rA_3(r,z)\big) = \frac{\partial}{\partial r}\big(rA_2(r,z)\big) \tag{21}$$

From equations(20) and (21), we have :

$$C_3(s) = D(s)\,C_2(s) \tag{22}$$

and

$$D(s) = \frac{\mu_r sbI_0(sb)I_1(s_1b) - s_1I_1(sb)I_0(s_1b)}{\mu_r sbK_0(sb)I_1(s_1b) + s_1K_1(sb)I_0(s_1b)} \tag{23}$$

Using equation (16), then

$$C_1(s) = \frac{\mu_0 ia}{\pi}\left[I_1(as) + D(s)K_1(as)\right]$$

Using equation (13), then

$$A_1(a,z) = \frac{\mu_0 ia}{\pi}\int_0^\infty I_1(as)K_1(as)\cos(sz)\,ds + \frac{\mu_0 ia}{\pi}\int_0^\infty D(s)K_1^2(as)\cos(sz)\,ds \tag{24}$$

The frist of these integrals can be shown to be exactly the contribution to the potential due to the loop itself if the core was not present. The second integral is the contribution due to the eddy current in the core and this represents the difference in the magnetic vector potential with and without the core, and can be called Δ A (a,z)

$$\Delta A(a,z) = \frac{\mu_0 ia}{\pi}\int_0^\infty D(s)K_1^2(as)\cos(s(z-z'))\,ds \tag{25}$$

When a constant current i, flows in a single layer solenoid coil of n turns, and length 2l with very small cross sectional wire thin as considered in Fig. (1), Δ Ac due to all the n turns is given by,

$$\Delta A_c(a,z) = -\frac{n}{2l}\int_{-l}^{l}\nabla A(a,z)\,dz \tag{26}$$

where Δ A (a,z) is defined by equation (25). Assuming that the magnetization curve of the conduction cylinder is linear, and $\mu_r = 1$, then the contribution in the flux due to Δ Ac (a,z) is

$$\nabla \times \xi = -\frac{dB}{dt} \qquad (3)$$

$$\xi = \rho J \qquad (4)$$

where $\nabla \times$ is the curl

## III - THEORY

As shown in Fig. (1) , the central axis of a single layer solenoid coil of radius a , turns n, and length 2l lies on the Z axis with the centre of the solenoid coil at the origin of the cylindrical co-ordinates system r,θ,z. The coil surrounds and is coxial with infinite conductor cylinder of radius b .

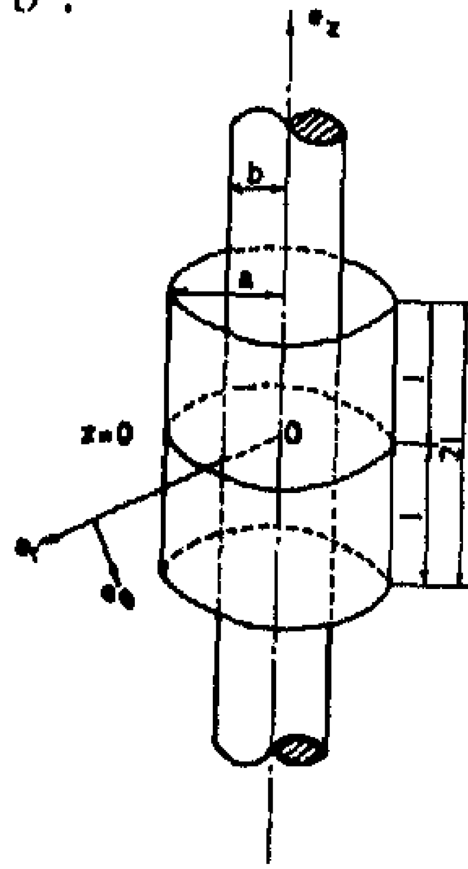


Fig. 1-

As shown in Fig. (2) , at point r,θ,z the magnetic vector potential due to an impressed current density j in a single dirac delta loop of radius a in the plane z= O is

$$A(r,\theta,z) = A_r e_r + A_\theta e_\theta + A_z e_z$$

where $e_r$ , $e_\theta$ , and $e_z$ are the unit vectors in r,θ, and z directions .

Due to the symmetry of the problem , only θ component of A exists , i.e.

$$A = A_\theta e_\theta$$

Hence , A(r.z) can replace A(r, θ,z) . Moreover, there is no variation with θ, i.e.

$$\frac{\partial}{\partial\theta} = 0$$

For sinusoidal impressed current i = I sin ωt in the loop , Equation (3) can be written as :

$$\nabla \times \xi = -j\,\omega B$$

Using Equation (1) , (3) , and (4) we can write , the induced eddy current density in the conductor is

$$J = -j\,\omega\sigma A$$

If one assumes that the dimension of the loop is very small compared to the wave length of the impressed

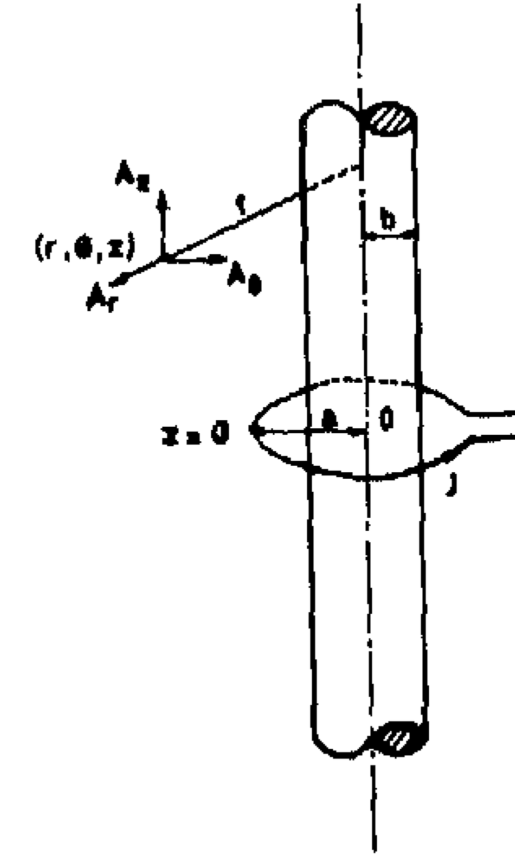


Fig. 2-

current which is the case for low frequency . Then the current through the loop may be assumed to be uniform. Using these facts, Equation (2) can be written as :

$$\frac{\partial^2 A}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial A}{\partial r} - \frac{A}{r^2} + \frac{\partial^2 A}{\partial r^2} = -\mu_o J\delta(z) \qquad r > b$$

$$= j\varpi\sigma\mu\, A \qquad r < b \quad (5)$$

where δ (z) is the dirac delta function which is defined to be zero for z ≠ O, and is infinite at z=O , in such a way that

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(z)\delta(z)dz = f(0)$$

Equation (5) can be solved by using the standard method of separation of variables . Let

$$A=A(r,z) = R(r)\, Z(z)$$

From the symmetry around the plane z = O , one can assume that the separation constant is negative and equal $-S^2$ . Then the separation equation is ,

$$\frac{\partial^2 Z}{\partial Z^2} + S^2 = 0 \qquad (6)$$

and

$$\frac{\partial^2 R}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial R}{\partial r} + (-S^2 - \frac{1}{r^2})R = O\, r > b \qquad (7)$$

$$= j\omega\,\sigma\mu\, R\; r \le b \qquad (8)$$

Equation (6) may have the solution

$$Z(z) = G\cos(sz) + F\sin(sz) \qquad (9)$$

While equations (7) and (8) are the modified Bessel Equation of the first order, they may have the solutions:

$$R(r) = EI_1(sr) + DK_1(sr) \qquad r>b \qquad (10)$$

and

# AN INDIRECT METHOD FOR MEASUREMENT OF ELECTRIC RESISTIVITY OF CONDUCTING BARS

By
Fayez Youssef and Nadia N. Tadros

## ABSTRACT

From the difference in the complex impedance of a single layer circular solenoid coil surrounding and coaxial with a cylindrical conductor and that without the conductor, a method for measuring the resistivity of the conductor is realized. The resistivity of copper and aluminum measured by this method has correlated well with the values measured by the known dc 4 terminals method. This method is recommended when electrical connection to the conductor is not allowed. It can be used as a nondestructive test for internal defects and cracks in conducting bars.

## I- INTRODUCTION

Nakane in (1), proposed an indirect method for simultaneously measurement of electrical resistivity and relative magnetic permeability of conducting materials. The method based mainly on the measurement of the difference in the impedance $\Delta Z = \Delta R + \Delta jX$ of a coil when an infinite conducting cylinder is in and coaxial with the coil, and when not.

A very sophisticated mathematical foundation has been used to derive an integration formula to compute $\Delta Z$ as a function of $\rho$ and $\mu_r$ of the conducting cylinder.

In this work, a simple and comprehensive mathematical foundation is used to derive the expression of $\Delta Z$. Moreover, a simple method for computing the derived integration formula of $\Delta Z$ is proposed. Values of the resistivity of copper and aluminium measured by the indirect method were compared with the measured values by a direct method. The General Radio 1632 - A Inductance Bridge is used for the measurement of $\Delta Z$ in the indirect method. While the known dc 4 terminals method is used for the measurements of the resistivity in the direct method the results of copper and aluminium for both methods are in good agreement.

## II - REVIEW OF ELECTROMAGNETIC FUNDAMENTALS

### II - 1 Definition of terms

$\Delta Z = \Delta R + \Delta jwL$ (Ohm)

The contribution in the impedance of a cylindrical air cored coli when the conducting cylinder is in and coaxial with the coil axis, and when not.

$\omega = 2\pi f$

F Ferquency of the impressed current (HZ)

J Current density (Ampere /$m^2$)

L Coil inductance $n\phi / i$ (Henry)

R Coil resistance (Ohm)

$\mu_o$ Air permeability $4\pi \times 10^{-7}$ (Henry / m)

$\mu_r$ Relative permeability of the cylinder

$\mu = \mu_r \mu_o$ (Henry / m)

$\phi$ Magnetic flux (Weber)

B Magnetic flux density (Weber /$m^2$)

H Magenetic field intensity (Ampere / m)

A Magnetic vector potential (Weber/m)

$\xi$ Electric field intensity (Volt / m)

n Number of turns of the coil (Turns)

$\rho$ Electrical resistivity of the conducting cylinder (Ohm.m)

$\sigma$ Electrical conductivity ($1/\rho$)

i Impressed current (Ampere)

j $\sqrt{-1}$

### II - 2 Maxwell's Equations

$$\nabla \times H = J$$

$$\nabla \times A = B \quad (1)$$

$$B = \mu H$$

$$\nabla \times (\nabla \times A) = \mu J \quad (2)$$

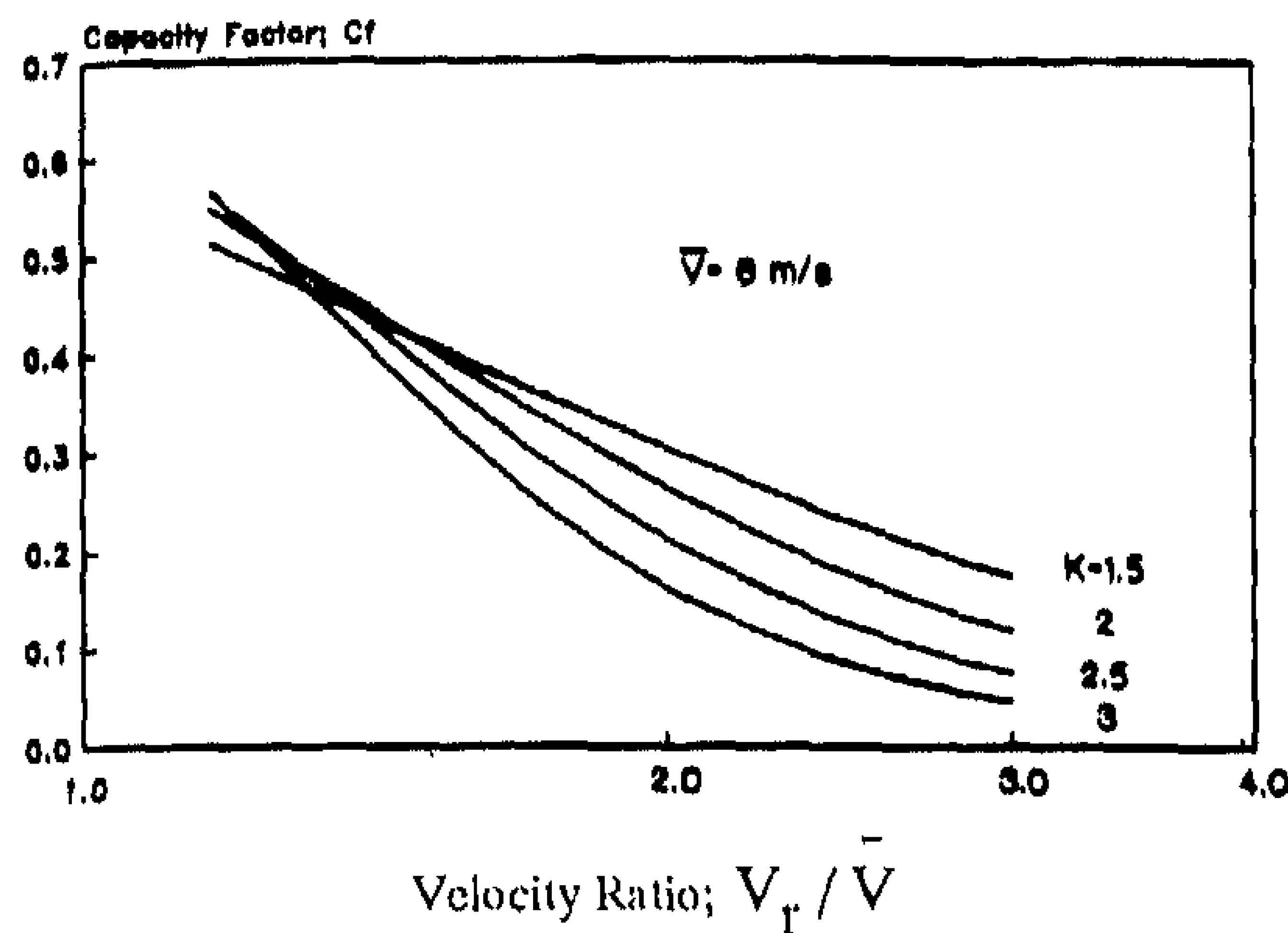



Fig. 3- Capacity factor of wind turbine vs $V_r / \bar{V}$

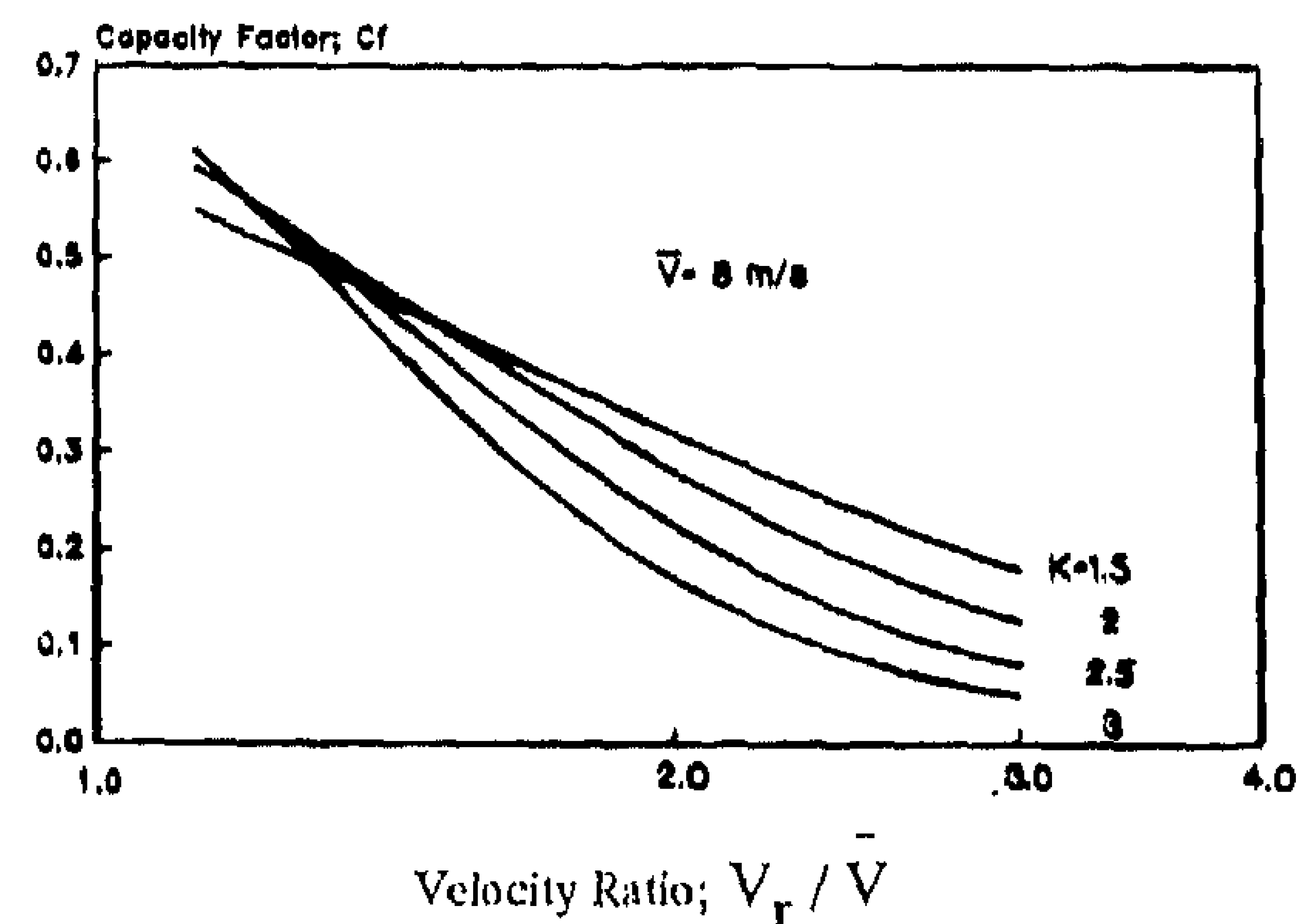



Fig. 5- Capacity factor of wind turbine vs $V_r / \bar{V}$

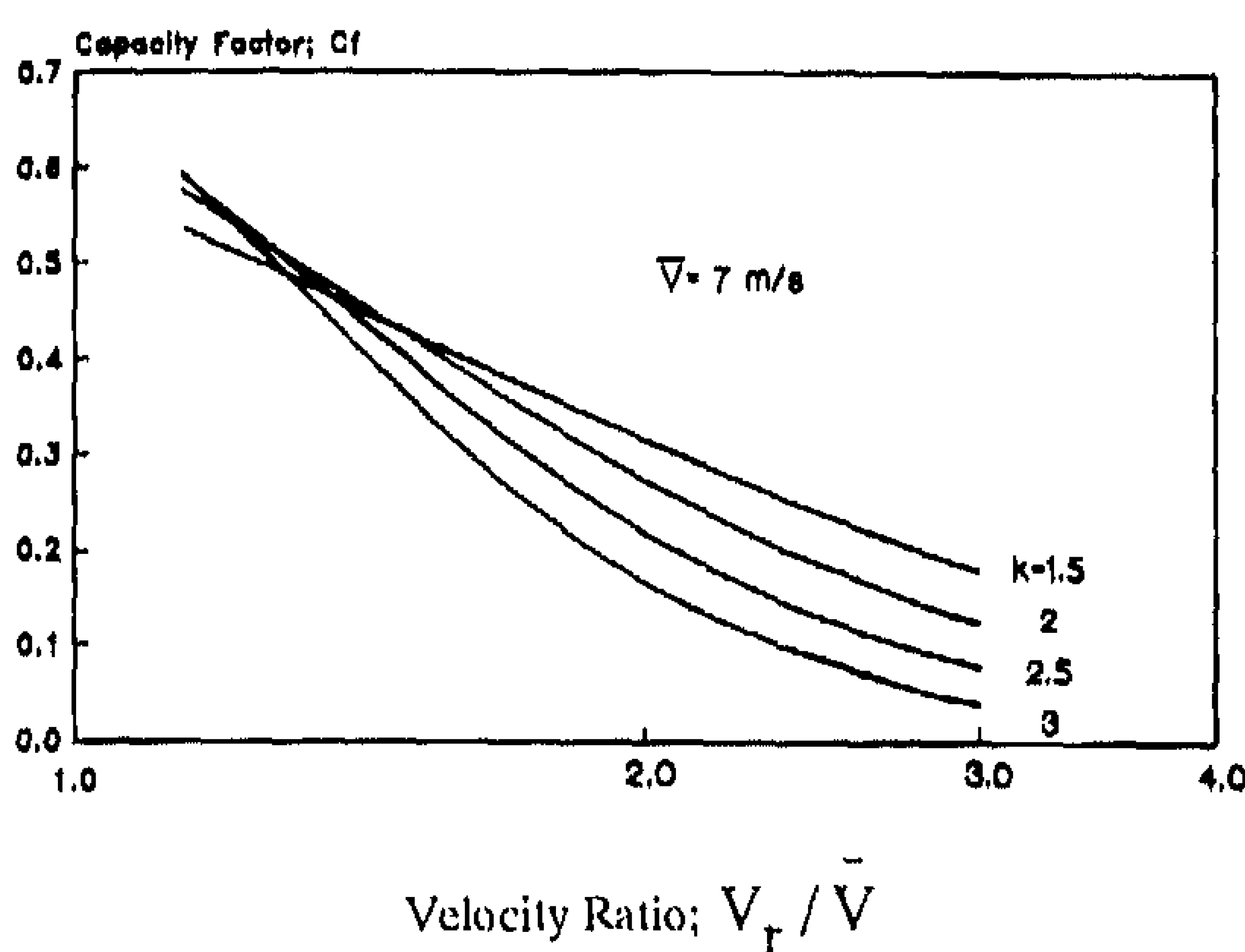



Fig. 4- Capacity factor of wind turbine vs $V_r / \bar{V}$

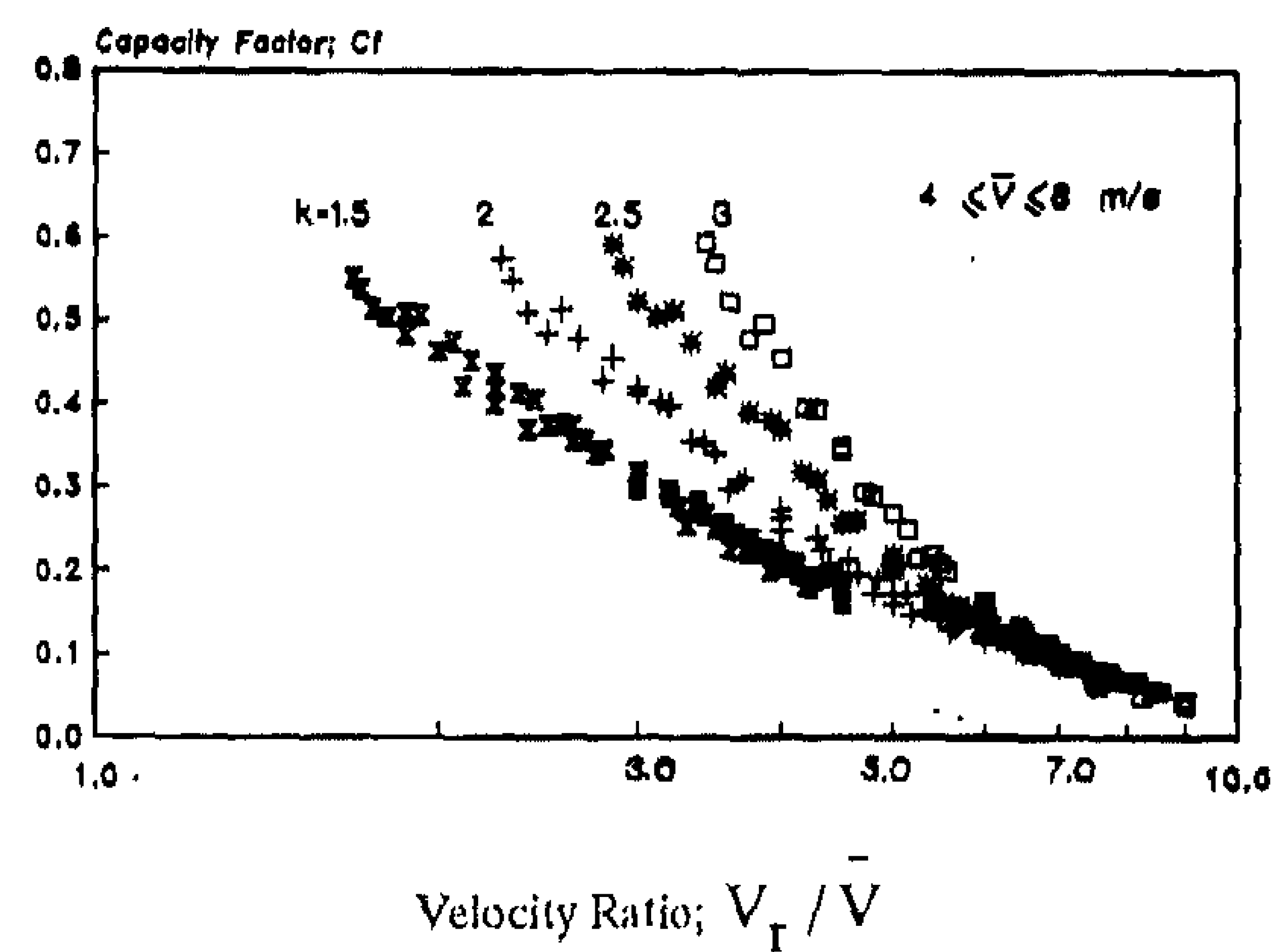



Fig. 6- Capacity factor of wind turbine vs $V_r / \bar{V}$

## 4- CONCLUSION

Capacity factor of wind turbine can be accurately estimated using the proposed method . The capacity factor of the wind turbine increases by choosing turbines with lower rated speed in sites of higher average wind speeds . Also, when the velocity ratio (k. $V_r$ /V ) is greater than 5, there is no effect of changing the shape factor of the wind speed distribution .


## *REFERENCES*

1. *H.L. Wegley et al, A Siting Handbook for Small Wind Energy Conversion Systems , Pacific Northwest Laboratory , Richland , (1978).*
2. *R.B. Corotis et al , Journal of Applied Meteorology 16 , pp. 1149 - 1157 , (1977).*
3. *C.G. Justus and A. Mikhail , Wind Technology Journal 2, pp.45-62, (1978).*
4. *J.V. Ramsdell et al , Solar Energy 25, pp. 495 - 503 , (1980).*
5. *M.J.M. Stevens , Wind Engineering 3,2, pp. 132-145, (1979).*
6. *J.P. Hennessey , Journal of Applied Meteorology 16, pp. 119-128 , (1977).*
7. *A.A. El- Mallah, and K.A. Abed, Jouranl of the Egyptian Society of Engineers ; Vol . 33, No. 4, pp. 22-24 , (1994).*

where k = shape parameter, c = scale parameter (m / s), and V = wind speed ( m/s) . The average wind speed is

$$\bar{V} = \int_0^{\infty} x\, f(V)\, x\, dV. \qquad (3)$$

The integral found cannot be solved , but it can be reduced to a standard integral , the so-called gamma function :

$$\Gamma(x) = \int_0^{\infty} Y^{X-1}\ x\ \exp(-Y)\ x\ dY, \qquad (4)$$

with $Y = (V/c)^k$ and $V/c = Y^{X-1}$ one obtains

$X = 1+1/k$ and after few manipulations ;

$$\bar{V} = c\ x\ \Gamma\ [1+(1/k)]. \qquad (5)$$

Introducing eq. 5 in the expressions for F (V) and (*f*) (V) yields :

$$F(V) = 1 - \exp\{-\Gamma^k[1+(1/k)](V/\bar{V})^k\} \qquad (6)$$

and

$$f(V) = (k/V)\ x\ (V/\bar{V})^k\ x\ \Gamma^k[1+(1/k)]$$

$$x\ \exp\{-\Gamma^k[1+(1/k)](V/\bar{V})^k\} \qquad (7)$$

Scale factor has dimensions of velocity and its maximum value is 1.1 times the average velocity , while k largely determines the shape of F(V). A value of k close to 1 indicates a highly variable wind regime , while a value of k greater than 3 indicates more regular and steadier winds .

The capacity factor can be estimated taking into account site and machine characteristics , using the method established by El- Mallah and Abed (7) , as

$$C_f = \{\exp[-(V_i/c)^k] - \exp.[-(V_r/c)^k]\} / [(V_r/c)^k$$

$$-(V_i/c)^k] - [\exp. - (V_0/c)^k] \qquad (8)$$

where $V_i$ = cut - in speed (m/s) , $V_r$ = rated speed (m/s), and $V_0$= cut- out speed ( m / s) , of the wind turbine .

**3- ANALYSIS RESULTS**

Capacity factors of wind turbines for different values of k between 1.5 and 3 , the average wind speeds ranging from 4 to 8 m/s and cut - in and cut- out speeds 3 and 25 m/s respectively were calculated. Simulation results were analyzed with a wide range of the rated speed . Figures 1,2,3,4,5 show capacity factor versus the ratio $V_r/V$ for shape factors from 1.5 to 3. From these curves , it is clear that , the capacity factor of the wind turbine increases by choosing turbines with lower rated speed in sites of higher average wind speeds. The curves have the same trend but the capacity factor increases when the average wind speed increases and there is no possibility to obtain any generalized form . So, these curves were transformed to another form as shown in Fig . 6. According to these new co-ordinates , the capacity factor for five values of average wind speeds were plotted together. From this figure it is clear that, when the velocity ratio (k. $V_r/\bar{V}$ ) is greater than 5, no change in the shape factor occurs .

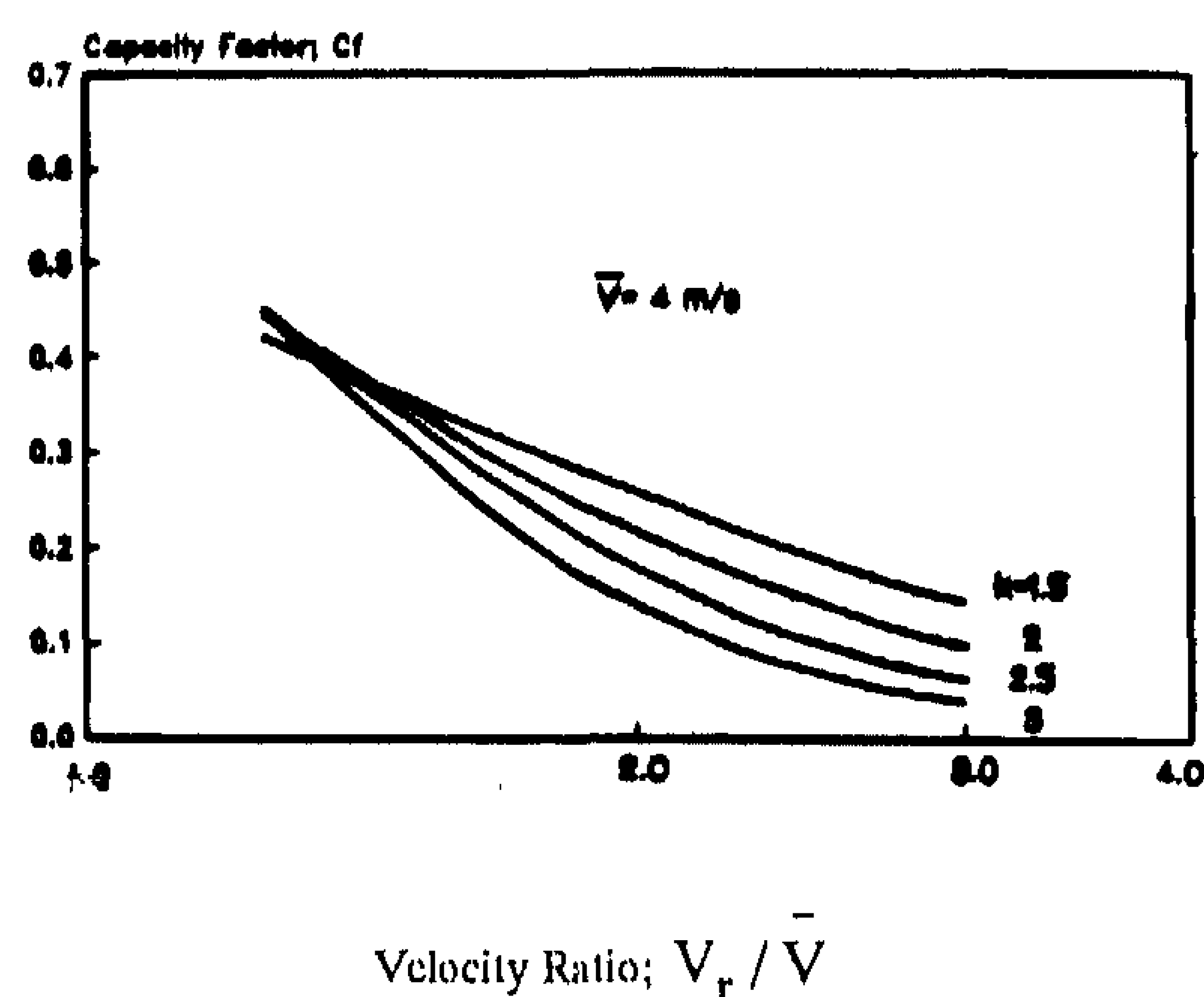



Fig. 1- Capacity factor of wind turbine vs $V_r/\bar{V}$

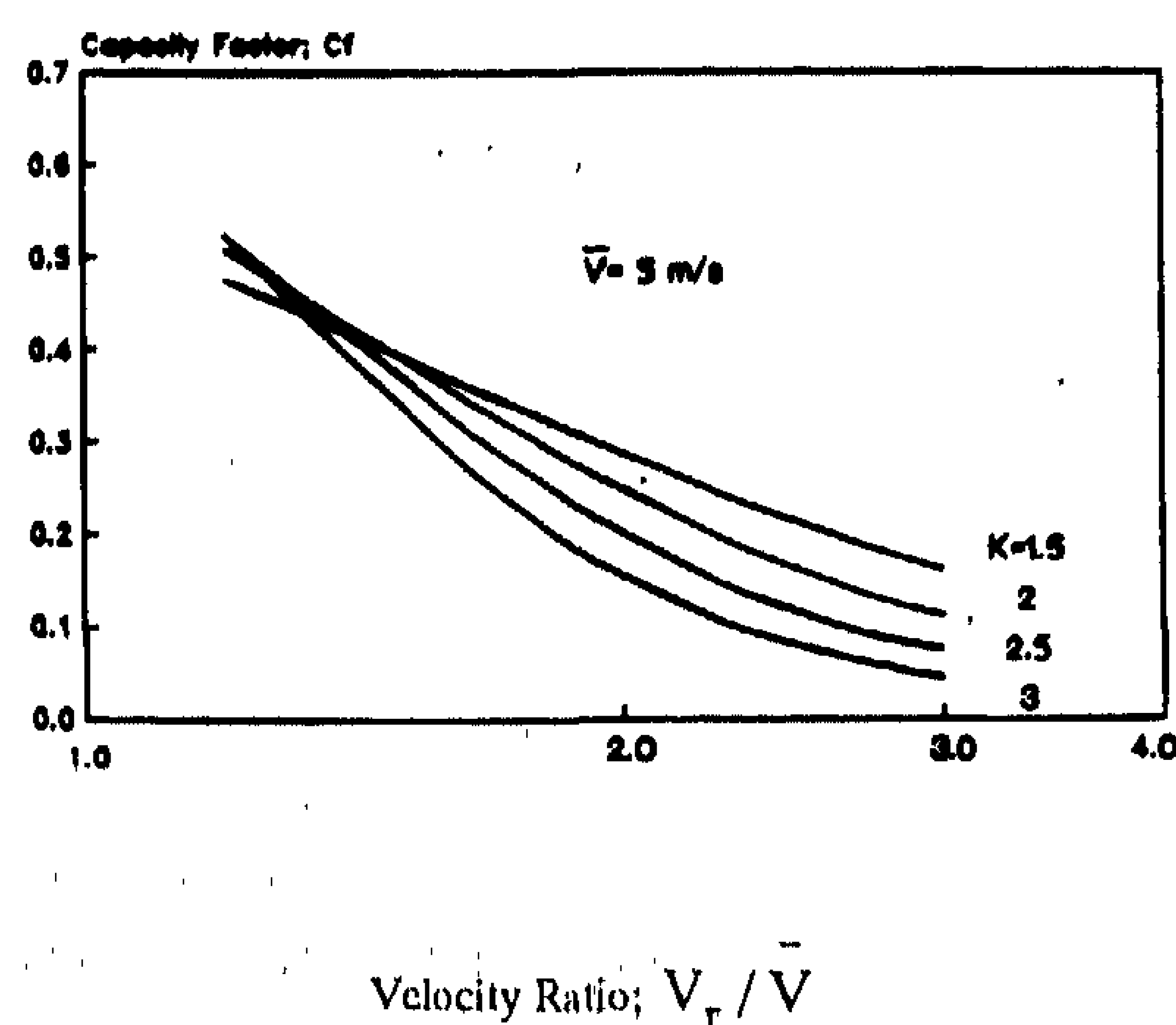



Fig. 2- Capacity factor of wind turbine vs $V_r/\bar{V}$

# INVESTIGATION OF CAPACITY FACTOR OF WIND TURBINES

By
K. A. Abed* and A. A. El - Mallah*

## ABSTRACT

The amount of power generated by a wind turbine is a result of both the design characteristics of the turbine and the properties of the wind resource. Most of these parameters could be represented by the capacity factor which is defined as the ratio of the average power output to the rated power of the turbine. Since detailed information on the wind speed frequency is often lacking, the shape factor (k), of the well known Weibull distribution is often assumed two in evaluating the wind resource, which may lead to a significant error. This may lead to a correspondingly larger output per machine and higher cost per unit. So, accurate estimation of the capacity factor is very important. The aim of this study is to estimate theoretically the capacity factor for different values of shape factor, between 1.5 and 3 and for sites with average wind speed ranging from 4 to 8 m / s. The obtained results were analyzed to obtain a general form for the capacity factor. The method helps the manufacturer of wind turbines in designing the electronic control of the system and the rated power of the generator suitable to a certain diameter of turbine blades.

## 1. INTRODUCTION

The site for a wind turbine must be chosen very carefully to ensure that the location with the highest wind speed in the properties of the wind resource of a site is important to avoid the missmatch with the design characteristics of the wind turbine and consequently to extract a significant power. The site selection is rather easy in flat terrain much more complicated in hilly or mountainous terrains. In these areas, wind shear, turbulence and acceleration have to be considered(1). Vegetation, buildings and the ground itself cause the wind to slow near the ground and increases with increasing height. Also, turbulence decreases the power output of the wind turbine and can lead to unwanted vibrations of the machine.

There are three cases of the site data. First, when a set of hourly data from near meteorological station is available, possibly supplemented by short time measurements at the location where a new wind turbine is planned. Second, when only monthly average wind speeds are available. Third, if no data is available at all, then judgement is limited to inquiries of local population and analysis of the vegetation.

## 2- MATHEMATICAL REPRESENTATION OF WIND REGIMES

There is a number of manipulations describing wind data; basically looking at two aspects : time distribution and frequency distribution. Generally, it can be stated that the annual wind regime repeats itself quite consistently. The works of Corotis (2), Justus (3), and Ramsdell et al (4), indicate that the annual average wind speed as found from 12 months of data recording will be within 10% of the true long term average wind speed with a 90% confidence level. Stevens (5), and Hennessey (6), mentioned that, the Weibull function is a good match with the measured data of wind speed. Since most of the modern meteorological stations give wind speed as Weibull parameters k & c for the different sites, hence the capacity factor can be estimated taking into account site and machine characteristics. In some cases the Rayleigh distribution, a special case of the Weibull distribution, is used to describe approximately the wind speed frequency. This paper deals with the Weibull function and a method to estimate the capacity factor for different distributions and different wind turbine parameters.

The Weibull cumulative distribution function is given by

$$F(V) = 1 - \exp.[-(V/c)^k], \quad (1)$$

and the probability density function is given by :

$$f(V) = (k/c) \times (V/c)^{k-1} \times \exp.[-(V/c)^k], \quad (2)$$

* Mechanical Engineering Department, National Research Centre, Dokki, Cairo.

3- The finite thickness of the collector presents a blunt leading edge to the wind which presumably produces turbulent flow conditions over the collector cover. The turbulent zone along the collector cover appears to be large at low tilt angle leading to an increase of the coefficient of heat loss and vice - versa.

***REFERENCES***


*[1] Duffie , J. A. and Beckman W.A.; "Solar Engergy Thermal Process", Wiely Inter- science , New york , PP. 137 -139 ( 1974).*

*[2] Kreith , F. ;" Heat Transfer" ,2nd Edition . Int . Text Book Comp , (1972).*

*[3] Eckert , E.R. ; "Heat and Mass Transfer", Mc Graw Hill (1978).*

*[4] Lundi , P.J. ; "Solar Thermal Engineering", PP. 120 -165 , Wiely New York (1980) .*

*[5] McAdam , W.H. "Heat Transmission" , 3 rd Edition , PP . 237- 238 , McGraw Hill, New York (1954) .*

*[6] Watmuff , J.H. ; Charters , W.S. and Proctor , D., " Solar and Wind Induced External coefficients . Solar Collectors" , Compels , Int . Revue Hellio Tech., Vol . 2, P. 56 (1977) .*

*[7] Shilchting , H., "Bounday Layer Theory", McGraw Hill Inc . (1954).*

*[8] Sparrow , E.M. ; Ramsy , J.W. and Mass , E.A., " Effect of Finite Width and Heat Transfer and Fluid Flow", ASME , J. of Heat Transfer , Vol. 101 , PP. 190 - 204 May (1979) .*

*[9] Motwani , D.G.; Gaitonde , V.N., and Sukhatme , S.P.; " Heat Transfer from Rectangular Plates Inclined at Different Angles of Attack and Yaw to an Air Stream", ASME , J. of Heat Transfer , Vol. 107 PP. 307 -3/2 May ( 1985 ).*

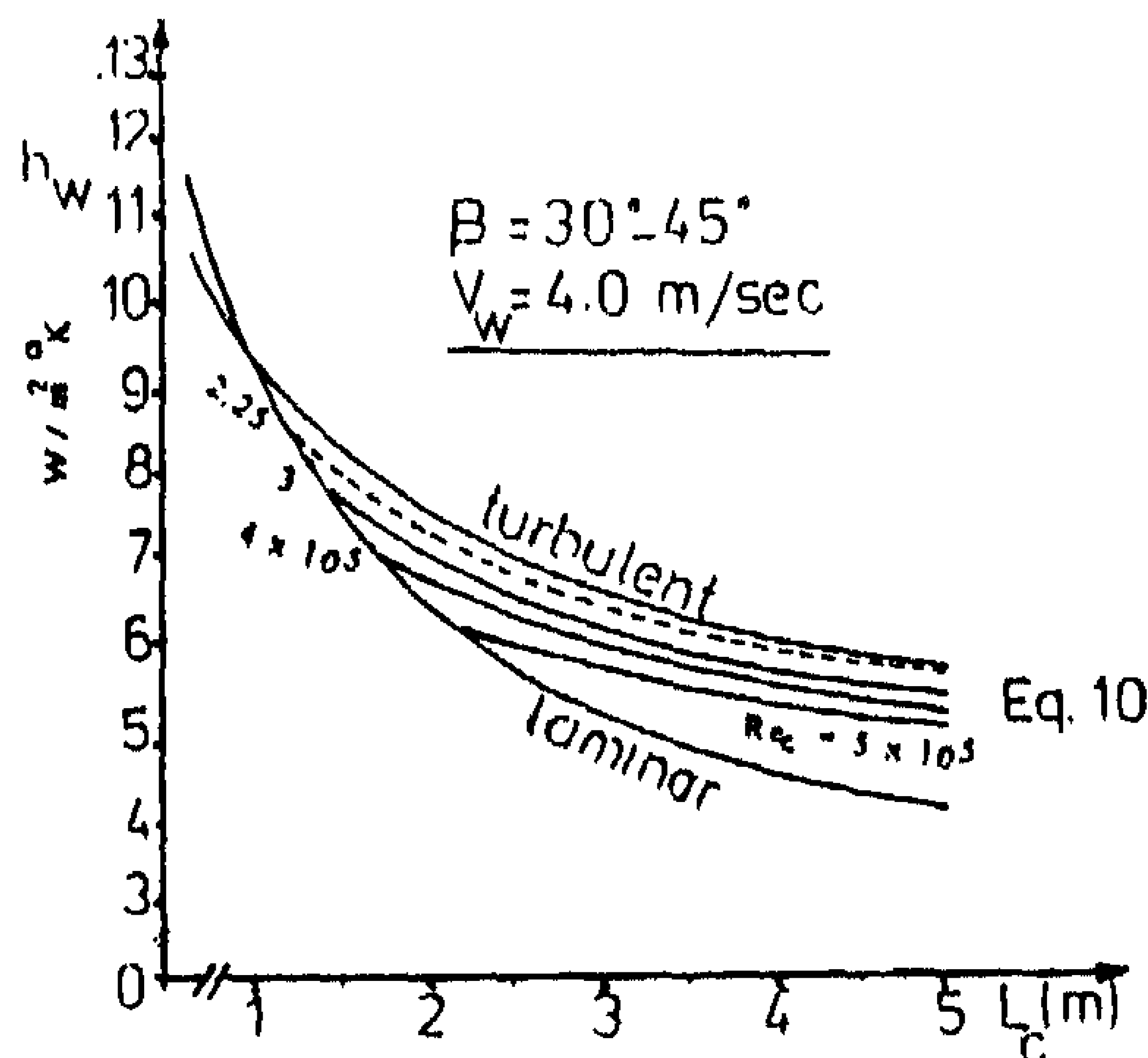



Fig 7- Variation of $h_w$ with $L_c$ for high β

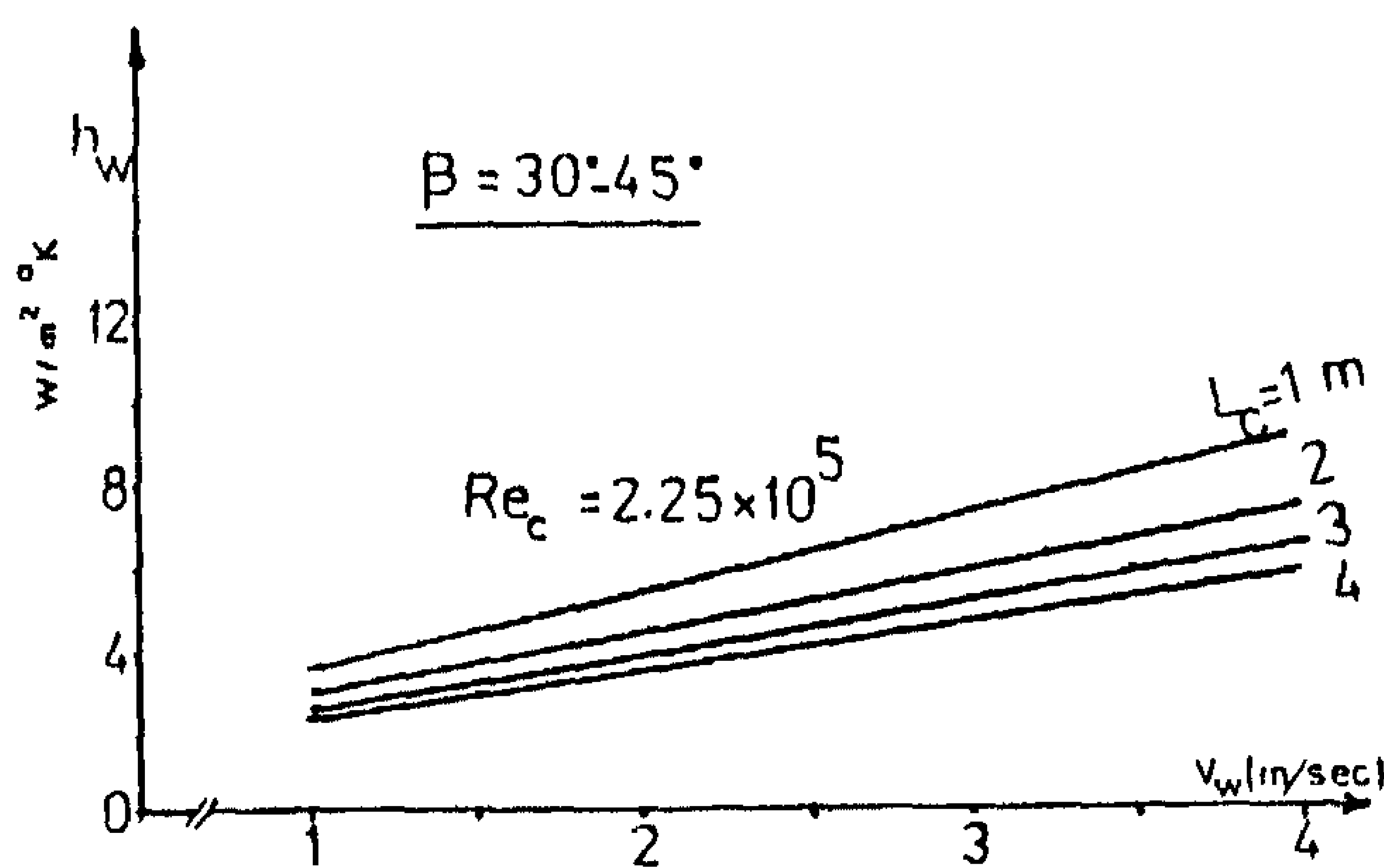



Fig. 8- Variation of $h_w$ with $V_w$ for high β

From the last discussion, it is found that the previous correlations (5,6, &7) and the present deduced empirical equations (9&10) show that ($h_w$) depends on ($L_c$), while the previous relations (1,2, &3) don't show any dependence of ($h_w$) on ($L_c$).

As a final result of the analysis and discussion it is found that in the case of low tilt angle the suitable value of ($Re_c$) to be considered for calculating ($h_w$) by the use of equation (9) is equal to $1\times 10^5$. The value of (Y) corresponding to the value of ( $Re_c$) is equal to 2770. Equation (9) is presented in the following form :

$$Nu = 0.630\,(Pr)^{0.33}\,\{(Re)^{0.77} - 2770)\} \qquad (11)$$

In the case of high collector tilt angle, ( 30° - 45°), the reasonable value of ($Re_c$) is equal to $2.25\times 10^5$ and the corresponding value of Y is equal to 66. Equation (10) is presented in the following form :

$$Nu = 0.095\,(Pr)^{0.33}\,\{(Re)^{0.68} - 66\} \qquad (12)$$

The deduced equations (11&12) and the previous ones (5,6, &7) are used in a comparison between the variation of (Nu) with (Re) at low and high collector tilt angles as shown in Fig. (9) from which it is noticed that :

1- The value of (Nu) decreases as the collector tilt angle increases.

2- At $Re > 1\times 10^5$. The rate of increase of (Nu), in the case of low collector tilt angle, is higher than that in the case of high tilt angle.

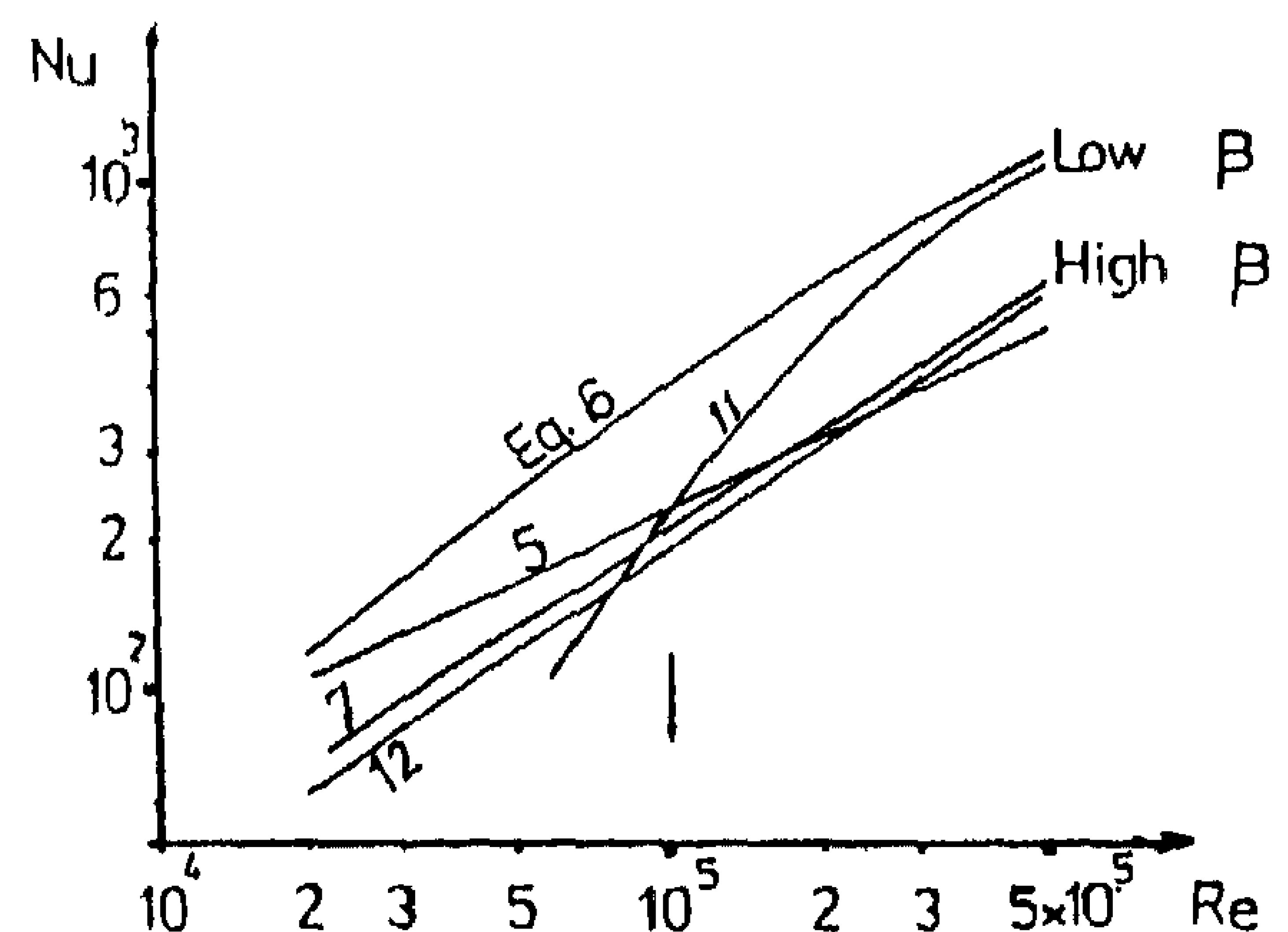



Fig. 9- Variation of Nusselt number with Reynolds number at low and high β

This behavior is due to that at low collector tilt angle, a separation zone is formed just after the collector leading edge, because of the bluntness of this edge [7&9]. This separation zone is decreased or may disappear at high collector tilt angles and consequent (Nu) decreases.

## CONCLUSION

From this study it is concluded that :

1- The use of the previous equations (1,2,&3) suggested by McAdam, Wattmuf and Lundi et al may give inaccurate values of ($h_w$) due to its independence of either the collector dimensions or its tilt angle which are important factors as discussed before.

2- The present deduced equations (11& 12) are the most suitable ones by which the coefficient of heat loss due to wind can be calculated with a reasonable accuracy. In those equations transition flow conditions are considered at $Re_c = 1 \times 10^5$ for the collectors at low tilt angle and at $R_c = 2.25\times 10^5$ for the collectors at high tilt angle.

values of ($Re_c$) ranging from $2 \times 10^5$ to $5 \times 10^5$, the calculated values of ($h_w$) don't satisfy these conditions

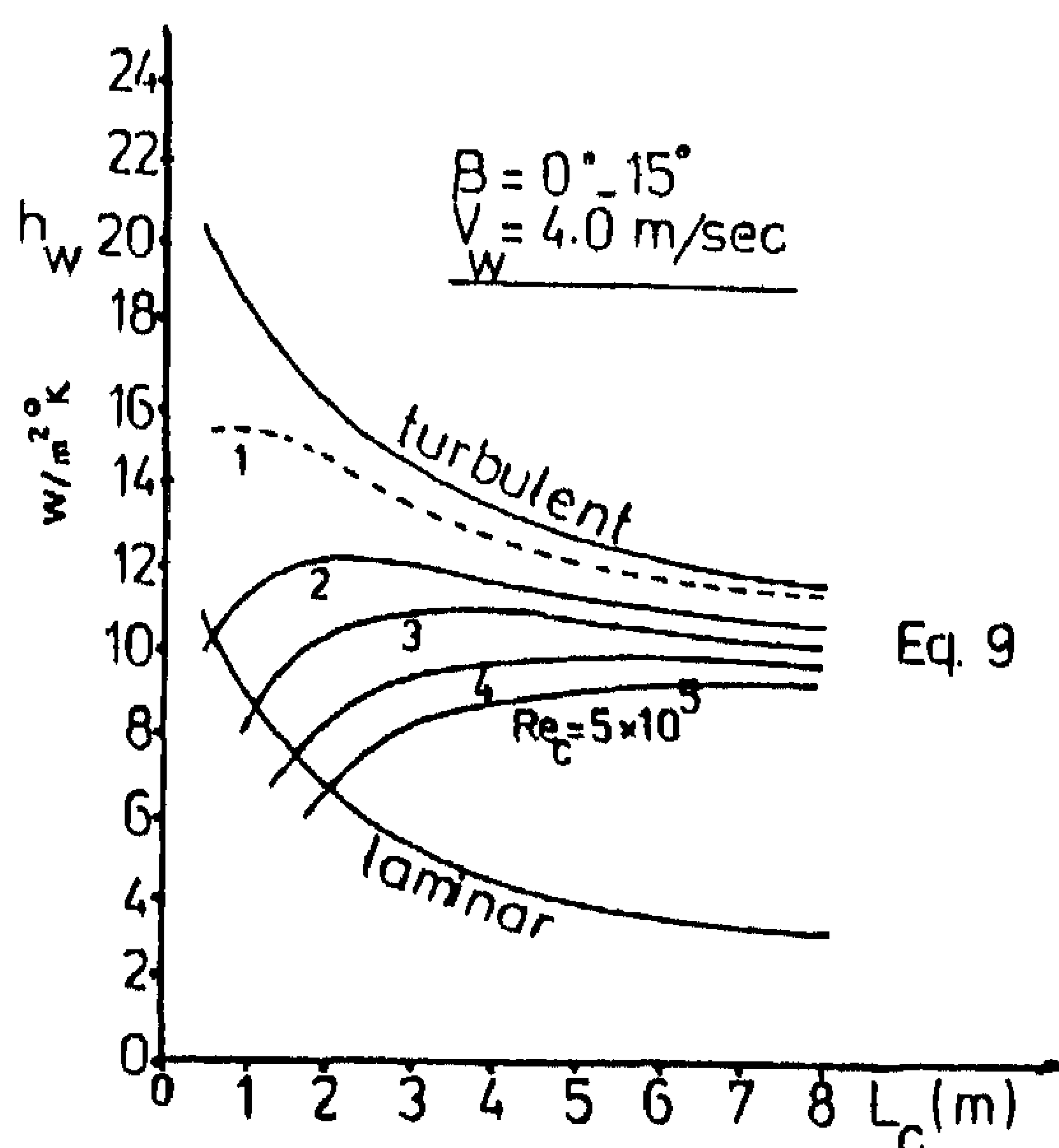



Fig. 4- Variation of $h_w$ with $L_c$ for low β

2- Figure (4) shows that at any values of ( $V_w$) , (4m /s in this case ) , the calculated ($h_w$) at low collector tilt angle lies between those of the laminar and turbulent flow conditions, while at high values of ( $V_w$) , it is close to that of tubulent flow condition . Other values of ($R_{CC}$) don't satisfy those conditions .

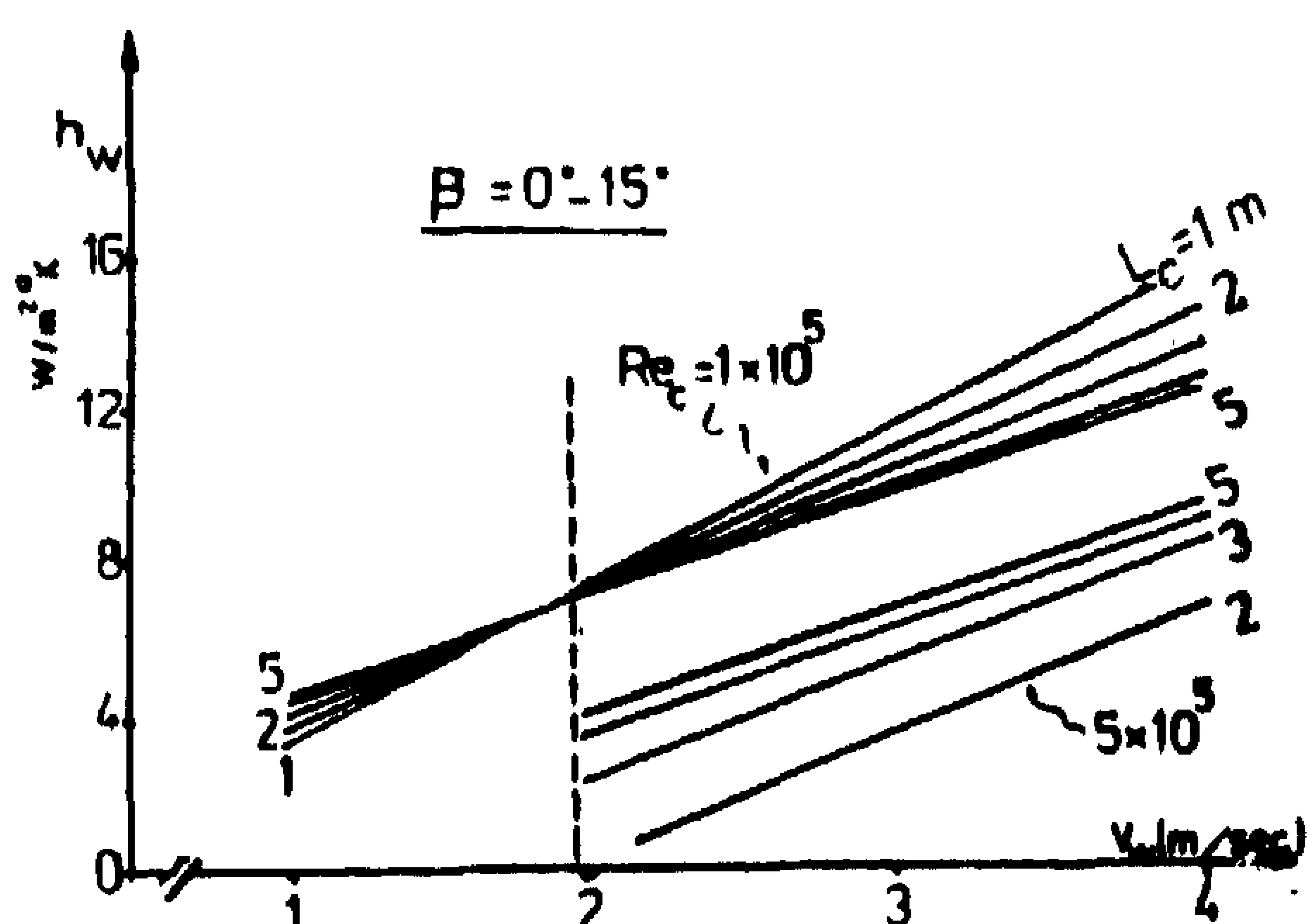



Fig. 5- Variation of $h_w$ with $V_w$ for low β

3- The comparison between the trends of the variation of ($h_w$) with ($L_c$) at different values of ($V_w$) in the cases of ($Re_c$) = $1 \times 10^5$ and $5 \times 10^5$ at low collector tilt angle is represented in Fig. (6) . It shows that at $Re_c=1 \times 10^5$ ; this trend is similar to that noticed from the previous experimental results during certain range of ($V_w$) , which state that ($h_w$) decreases with the increase of ($L_c$) . At any value of ($V_w$) less than the lower limit of this range , the trend of this variation contradicts the previous experimental results . This is due to the presence of the buffer zone at which the transition is due to the presence of the buffer zone at which the transition condition takes place . At $Re_c = 5 \times 10^5$, this trend also contradicts the previous experimental results .

From Figs. (6-8) it is noticed that in the case of high collector tilt angle , the most reasonable value of ($Re_c$) which satisfies the condition of the transition flow is equal to $2.25 \times 10^5$. This is due to the following remarks:

1- At this value of ($Re_c$) and at constant value of ($L_c$) , ( 2 m in this case ) , the calculated values of ($h_w$) at low values of ($V_w$) are close to that in the cas of laminar flow. At high values of ( $V_w$) it approaches the limits of turbulent flow. At other values of ($Re_c$ ) this condition is not satisfied as shown from Fig. (6). It must be noticed that up to $Re_c = 2 \times 10^5$ the relaminarization of flow exists [9].

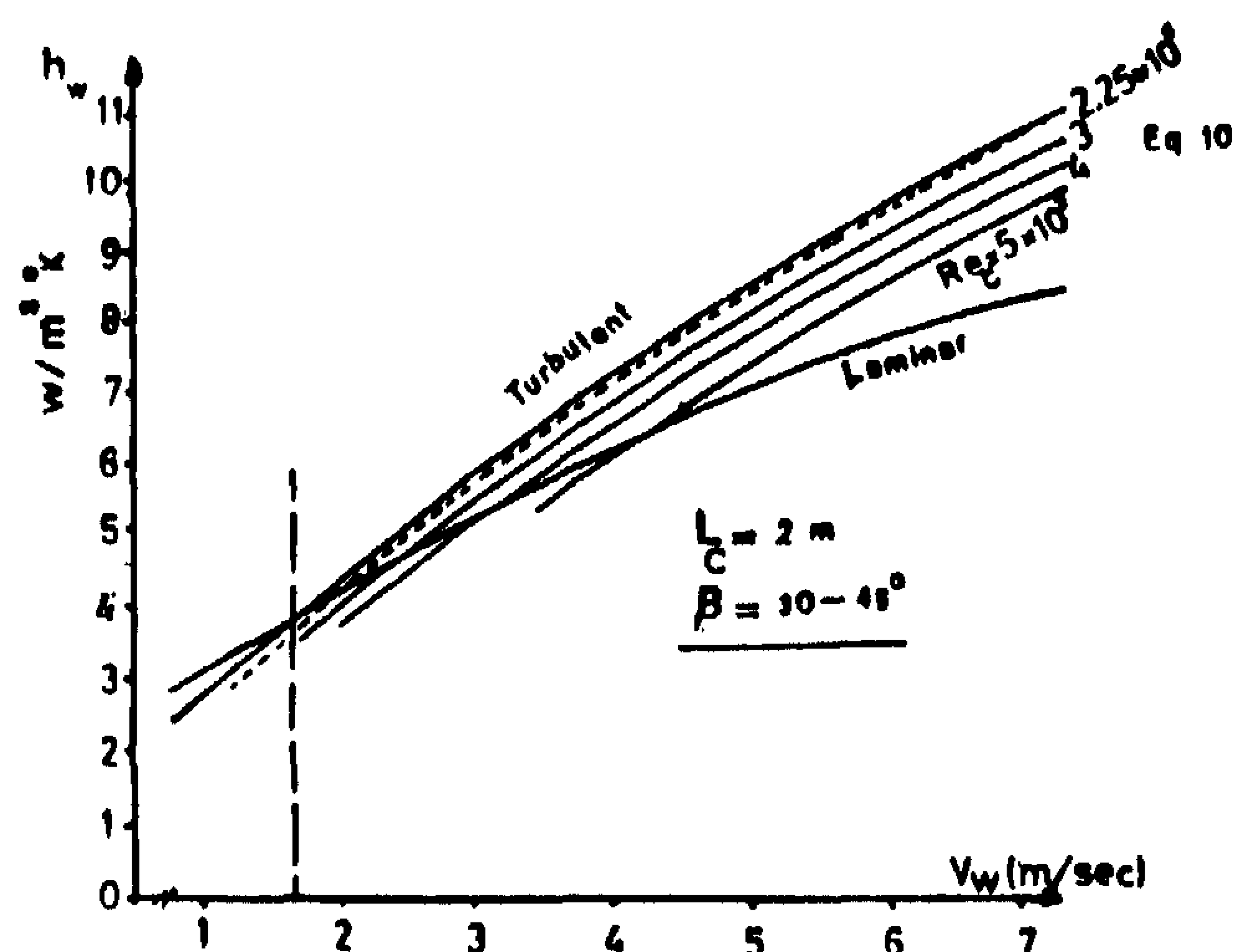



Fig. 6- Variation of $h_w$ with $v_w$ for high β

2- At certain value of ($V_w$) , the calculated values of ($h_w$) at $Re_c = 2.25 \times 10^5$ at different values of ($L_c$) satisfy the mentioned conditions in the last item . This can be clearly noticed from Fig. (7) which also shows that at other values of ($Re_c$) those conditions are not satisfied .

3- From Fig.(8), it is clear that the trend of the variation of ($h_w$) with each of ($V_w$) and ($L_c$) shows that ($h_w$) increases with the decrease of ($L_c$) and the increase of ($V_w$).

## TRANSITION FROM LAMINAR TO TURBULENT FLOW

Although there are no experimental studies involving transition conditions, it has been discussed [2,3] that in reality , a laminar boundary layer precedes the turbulent boundary layer for a certain distance $X_c$. For the flat-plate solar collectors, The transition can be incorporated by assuming laminar flow between X = O and $X = X_c$ and turbulent flow between $X = X_c$ & X =L. In this case, the transition zone is neglected . Using (Eqs. 5 & 6 or 5 & 7) for respective flow conditions , the convective heat loss coefficient in mixed flow is obtained . The equations mentioned before , are derived experimentally on the basis of the characteristic plate length ($L_c$) rather than the ordinary collector length (L). Since air flow may not be always unidirectional , i.e. parallel to the collector surface , the use of ($L_c$) is suitable for the case of multi directional air flow [9] . The characteristic plate length ($L_c$) is given by the following relation :

$$L_c = 4A / C \qquad (8)$$

It is important to determine the reasonable limit of ($Re_c$) for the solar collectors of low and high tilt angles (β) at which the transition occurs . In the following article an empirical equation for ($h_w$) at mixed flow conditions will be deduced .

## DEDUTION OF NEW EMPIRCAL EQUATIONS FOR CALCULATING HEAT LOSS COEFFICIENT DUE TO WIND IN MIXED FLOW CONDITIONS

Considering the fact that sparrow *et al* [8] have considered $Re_c = 1 \times 10^5$ as the upper limit for the laminar flow condition , so an examination of various ($Re_c$) values ranging from $1 \times 10^5$ to $5 \times 10^5$ is made . Using Eqs. (5 and 6) at low collector tilt angles (β= 0-15°); the following empirical equation for ($h_W$) is deduced :

$$h_W = 0.063 (Pr)^{0.33} (K/Lc) [ (Re)^{0.77} - Y ] \qquad (9)$$

$$where\ Y = (Re_c)^{0.77} - 13.65 (Re_c)^{0.5}$$

This equation is used for calculating the convective heat transfer coefficient in mixed flow over a collector of low tilt angles .

For high tilt angles (β = 30 to 45° ) , a comparison is made between the data of Sparrow *et al* [8] and Motwani *et al* [9] . It is found that the data of Sparrow intersect with the data of Motwani at certain wind speed corresponding to $Re = 2 \times 10^5$ . An examination of various ( $Re_c$) ranging from $2 \times 10^5$ to $5 \times 10^5$ is made for high plate tilt angles . Equations . (5 and 7) are used from which the following empirical equation is deduced :

$$h_w = 0.095 Pr^{0.33} (K / Lc ) [ (Re)^{0.68} -y] \qquad (10)$$

$$where\ Y = (Re_c)^{0.68} - 9.05 (Re_c)^{0.5}$$

To find the suitable values of (Y) which satisfy the condition of the transition flow, the corresponding values of ($Re_c$) should be found . The values of ($H_w$) at different values of ($V_w$) and ($L_c$) are calculated at different values of ($Re_c$) ranging from its lower limit ($1 \times 10^5$) to its upper limit ($5 \times 10^5$)

Equation (9) is used in calculating ($h_w$) at low collector tilt angles (0-15°) , while equation (10) is used in the case of high collector tilt angles (30-45°) . The obtained results and the previous experimental ones obtained from equations (5, 6, & 7) are illustrated in Figs (3-8). These illustrations are used in denoting the most suitable values of ($Re_c$) which describe the actual flow conditions over the flat-plate collector , i.e. the transition flow conditions .

From Figs (3-5) , It could be seen that in the case of low collector tilt angles $Re_c = 1 \times 10^5$ is the most reasonable value which satisfies the actual flow conditions over the collector . This is due to the following reasons :

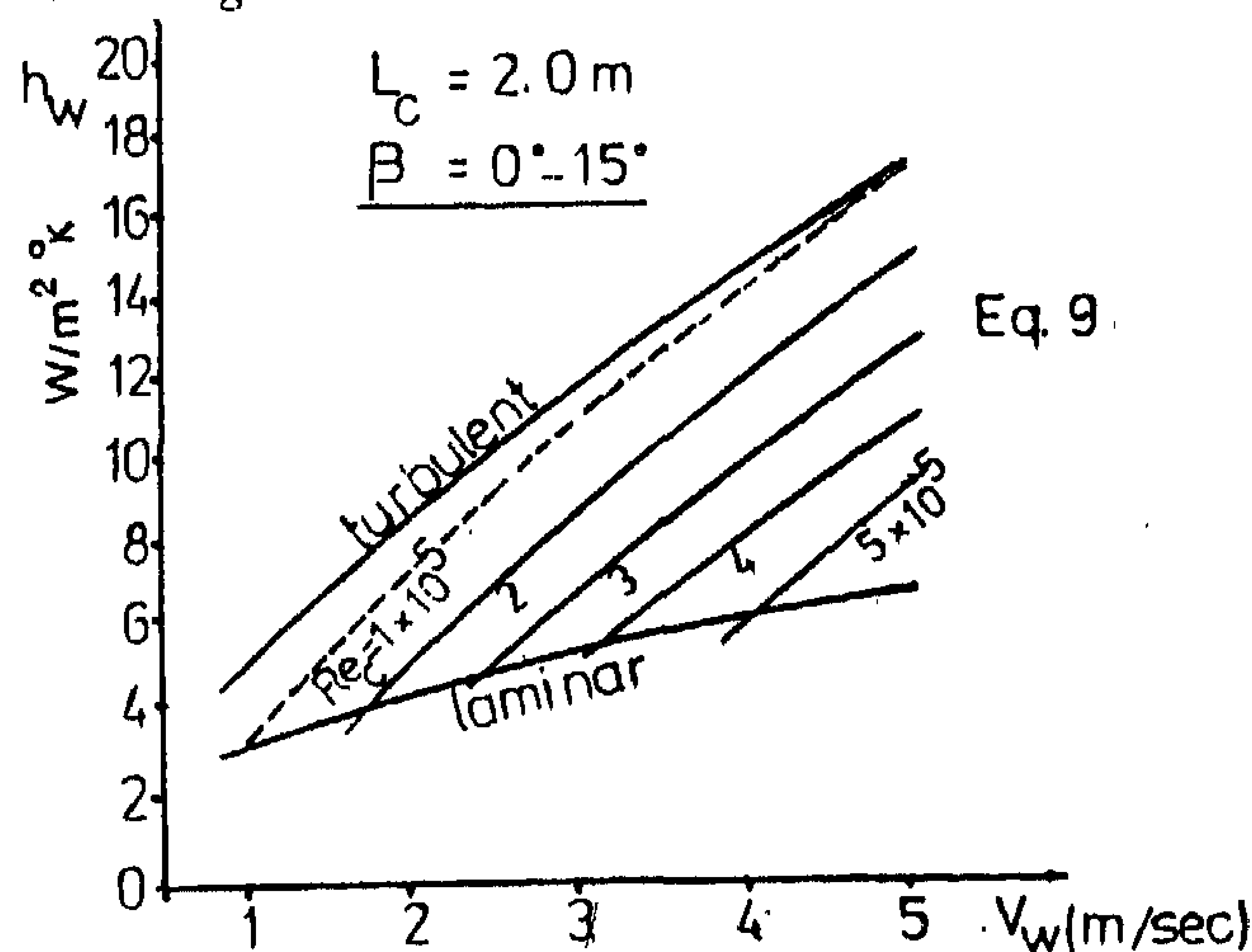


Fig. 3- Variation of $h_w$ with $v_w$ for low β

1-From Fig. (3) for any value of (Lc), (2 m in this case) the calcuated values of ( $h_w$) at low ($V_w$) , in the case of $Re_c = 1 \times 10^5$ are close to that calculated at laminar flow condtions. At hight ($V_w$) it approaches the turblent flow values. It must be noticed that at ther

laminar flow condition and the viscous forces are dominant . As the laminar boundary layer begins to grow, The inertia force increases, leading to a critical ratio of inertia to viscous forces. This case corresponds to a transition from laminar to turbulent condition . It was found that the critical limit for the inception of transition to turbulent flow depends on different factors such as collector characteristic length , collector surface roughness , the nature of the leading edge , collector aspect ratio , collector tilt angle and the degree of disturbance at the free stream flow (7).

The critical Reynolds number ($Re_c$) corresponding to the transition condition is given by the following equation :

$$Re_c = (V_w X_c) / \gamma \quad (4)$$

The product ($V_w.X_c$) is the factor which determines the necessary condition for the transition condition in flat-plate solar collectrs .

It was suggested that under average flow conditions, the laminar flow persists for $Re_c \leq 5.0 \times 10^5$ [2] . This range of ($Re_c$) is not necessarily applicable in flat-plate solar collectors as will be discussed later. In order to formulate a correlation by which ($h_w$) can be calculated at mixed flow condition , the available experimental data for both laminar and turbulent flow conditions are discussed .

## ANGLE OF WIND ATTACK

The orientation angle and the angle of attack ($\beta$) in the case of zero yaw angle is illustrated in Fig.(1). The reference situation of zero attack angle and zero yaw angle is shwon with dotted lines. The angle of attack ($\beta$) being set by rotating the plate PQRS about axis OY . Air flows in the direction XO . Consequently the angle of wind attack is considered to be equal to the collector tilt angle .

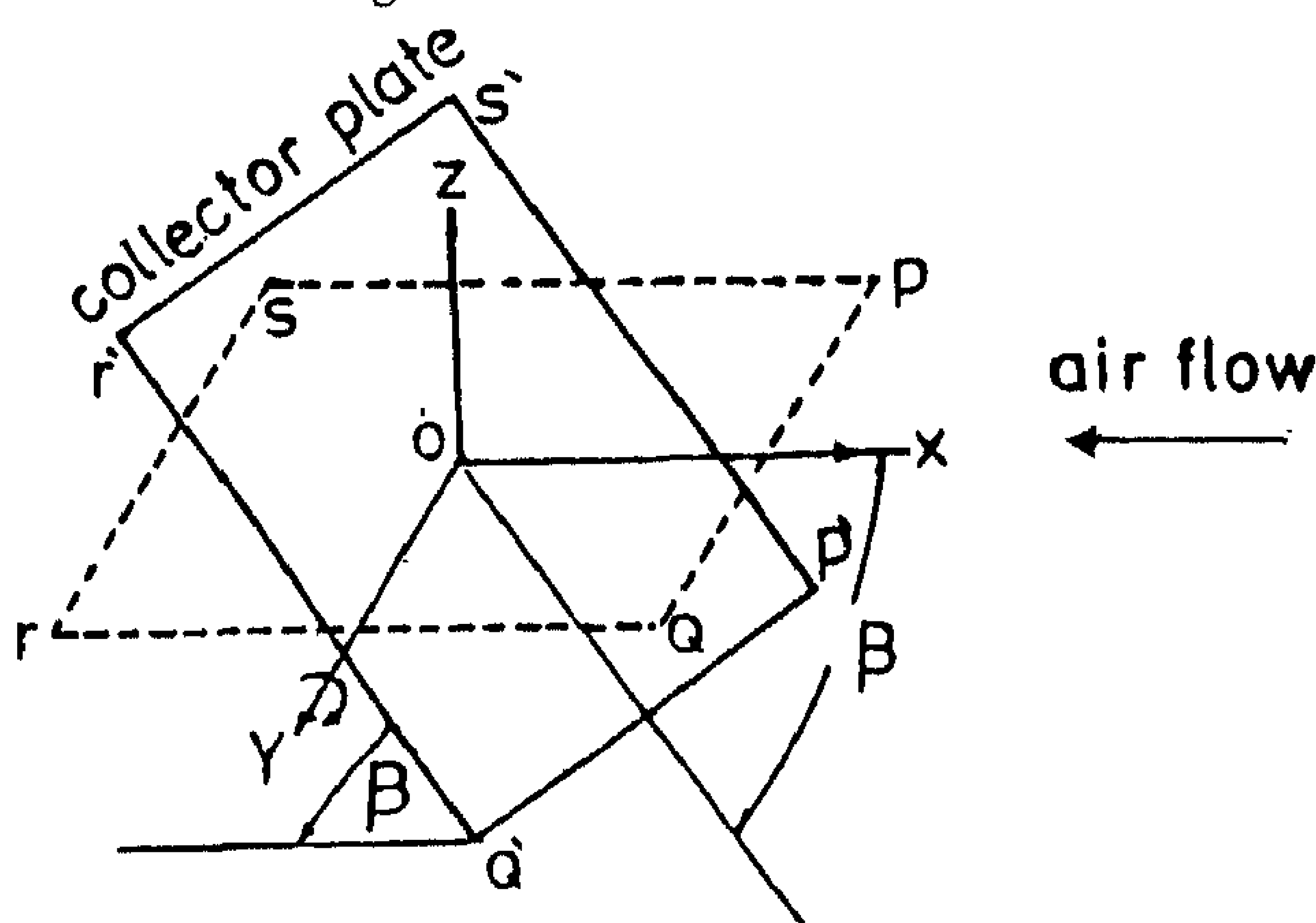



Fig. 1 - Collector orientation in terms of angle of attack

## CASE OF LAMINAR FLOW

Sparrow et al [8] have conducted wind tunnel tests and have studied three dimensional laminar air flows over a square and a rectangular plates . The range of experimental variables were as follows :

$4.5\ m/S \leq V_w \leq 24\ m/S$ , $25° \leq \beta \leq 90°$ ,

$O \leq \omega \leq 45°$, $2 \times 10^4 \leq Re \leq 1.0 \times 10^5$ .

Based on the experimental obseravtions they have suggested a correlation which fits accurately their experimental data in the following form :

$$(Nu)l = 0.86\ (Pr)^{0.33}\ (Re)^{0.5} \quad (5)$$

## CASE OF TURBULENT FLOW

The experimental work by Motwani *et al* [9] have focused on turbulent flow condition . The experimental work was done in a wind tunnel at the following conditions :

$1\ m/s \leq V_w \leq 24\ m/s$ , $O \leq \beta \leq 45°$ , $O \leq \omega \leq 30°$, $2 \times 10^4 \leq Re \leq 3.2 \times 10^5$.

They deduced experimental correlations at different ranges of ($\beta$) in the following forms :

for $\beta = 0 - 15°$ ,

$$(Nu)_t = 0.063\ (1 - (\beta/44.2))\ (P_2)^{0.33}\ (Re)^{0.77} \quad (6)$$

for $\beta = 30° - 45°$ ,

$$(Nu)_t = 0.095\ (P_2)^{0.33}\ (Re)^{0.68} \quad (7)$$

It is noticed from these correlations that ($h_w$) depends on ($\beta$) . Figure (2) represents two flow patterns for low and hight collector tilt angles (or angle of wind attack ) [9]

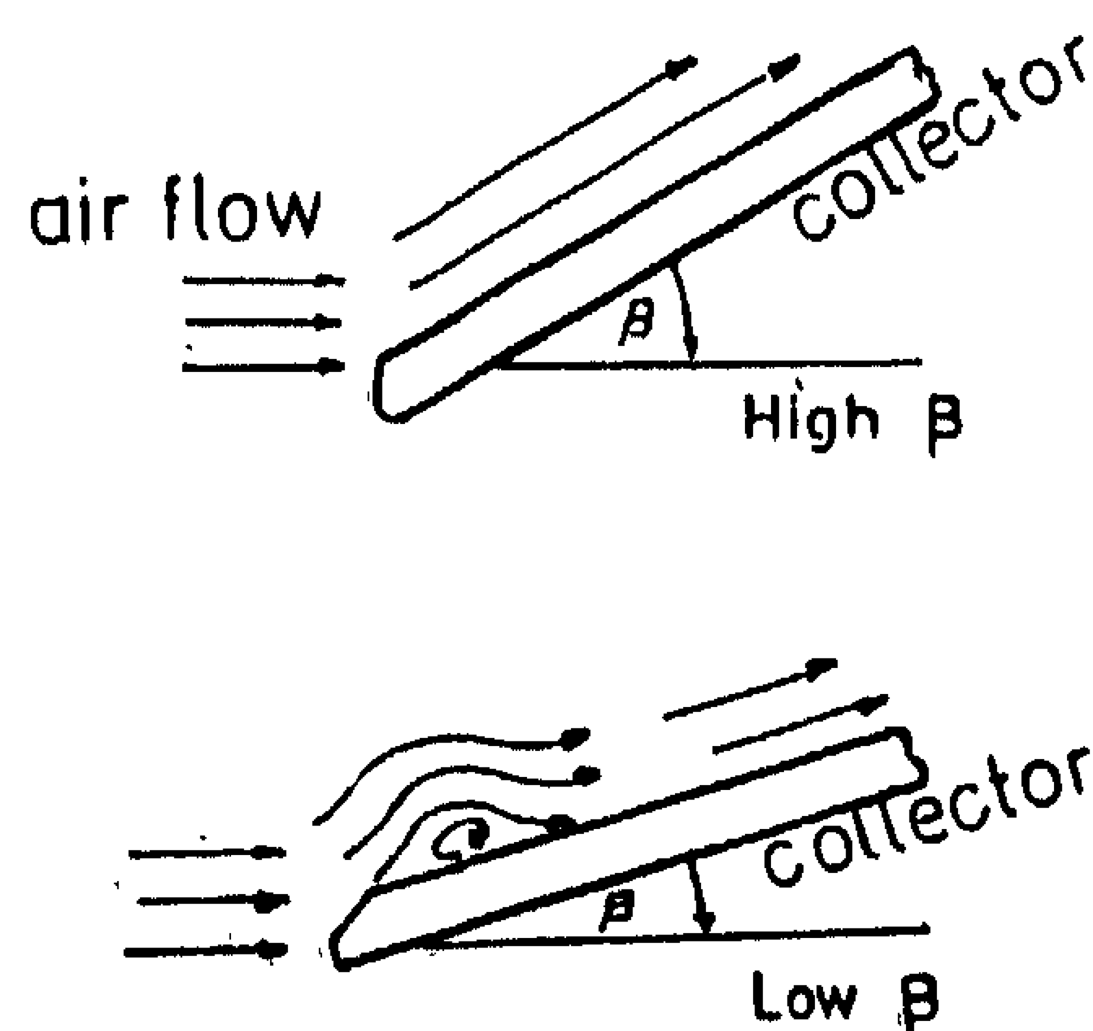



Fig. 2 - Flow pattern on the collector at low and high β

# WIND-RELATED HEAT LOSSES IN MIXED FLOW CONDITION OVER SOLAR COLLECTOR COVER

By
W. H. Tadros * and M. E. El - Swify *

ABSTRACT

Connective losses from flat -plate solar collectors due to wind are evaluated and assessed at high and low collector tilt angles. It was found that the wide range of wind speeds, the finite thickness of the collector and the angle of wind attack are the most factors that influence the nature of the flow condition along the collector. These factors imply that there is a laminar, a turbulent or a mixed flow condition. The convective losses due to wind are analyzed considering the existence of a transition from laminar to turbulent flow condition. Suitable empirical equations are deduced to be used for calculating convective heat losses due to wind over the flat-plate solar collectors of different tilt - angles . It is found that the calculated convective heat loss coefficient due to wind using the present deduced empirical equations is more suitable than those calculated using previous correlations .

## NOMENCLATURE

| | | |
|---|---|---|
| A | Collector surface area, | $m^2$ |
| C | Circumference of the collector, | m |
| $h_w$ | Convective heat loss coefficient due to wind | $W/m^{2\circ}k$ |
| L | Collector length | m |
| $L_c$ | Characteristic collector length, | m |
| K | Thermal conductivity, | $W/m^\circ k$ |
| Nu | Nusselt Number for mixed flow | |
| (Nu)1 | Nusselt Number, for laminar flow | |
| (Nu)t | Nusselt Number, for turbulent flow | |
| Pr | Prandtle Number, | |
| Re | Reynolds Number , | |
| $Re_c$ | Critical Reynolds Number | |
| $V_w$ | Wind speed, | m / s |
| $X_c$ | Critical distance at which the transition occurs | m |
| β | Collector tilt angle , or angle of wind attack, | |
| Y | Kinematic viscosity | $m^2$ / S |
| ω | Yaw angle | deg . |

## INTRODUCTION

The efficiency of a flat-plate solar collector greatly depends on how much heat is lost by convection and radiation which are the most significant of heat losses . Convective losses due to air gap between the absorber and the transparent cover can be determined to a reasonable accuracy using one of the several correlations reviewed . On the other hand , the determination of convective loss coefficient due to wind ($h_w$) has been poorly disussed in solar energy related references (1-4) . The most recommended correlations are inadequate. For example , Lundi (4) , McAdam (5), and Wattmuff (6) presented relation in the following forms :

* National Research Center , Solar Energy Department, Cairo., Egypt

$$h_w = 4.5 + 2.9 V_w \quad (1)$$

$$h_w = 5.7 + 3.8V_w \quad (2)$$

$$h_w = 2.8 + 3.0V_w \quad (3)$$

These equations are very simple to be used as linear relations between ($h_w$) and ($V_w$) but have some limitations . They neither distinguish between the flow condition nor account for the air properties which depend on its temperature . In addition to that, these equations show no variation of ($h_w$) with the collector dimensions . They yield significantly higher values of ($h_w$) at moderate wind velocities. Indeed the solar collector dimensions and the wind speed are the determining factors for air flow conditions .

This paper presents an overview of the air flow characteristics relevant to the flat-plate collectors . Discussion is made on the available experimental work and the resulting correlation for ($h_W$) in the laminar and turbulent flow conditions . A more likely air flow condition on flat-plate solar collectors is the mixed flow involving a transition from laminar to turbulent flow . This condition motivated the present work to find out new correlations by which ($h_W$) can be calculated at low and high tilt angle in the case of mixed flow conditions with reasonable accuracy.

## AIR FLOW OVER FLAT-PLATE SOLAR COLLECTORS

When air flows over a flat-plate solar collector , the velocity profile near the leading edge corresponds to the

***REFERENCES***


1- *THOMAS, T.R., and WALKER, M. " Roughness Measurement With a Microcomputer" , Microcomputer Applications , (3) , No. 4, 40-47,(1979)*

2- *RASHED, O.A., " Computer - Aided Measuring System for the Three Dimensional Assessment of Surface Quality", Fifth International Conference on Computer- Aided Production Engineering, University of Edinburgh, 275-284,(1989).*

3- *CHAJDA, j., CELLARY, A., and WIECZOROWSKI, M., "A Necessity of Three Dimensional Surface Stereometry Characterization , But by Means of Laser Optical Probe ", Proceedings of the XIII IMEKO World Congress,(3),1748-1753, (1994).*

4- *ZAHWI, S.Z., MOUSSA, A,M., and MEKAWI, A.M., "On the Roughness Measurement of Ground Surfaces Using Computerized Systems", Accepted for Publication in the Proceedings of 7th International Metrology Congress " Metrologie , France, ( October 1995 )*

5- *CHETWYND, D.G., " The Digitzation of Surface Profiles", Wear, (57),137-145,(1979).*

6- *BENDAT, J.S., and PIERSOL ,A.G., " Random Data Analysis and Measurement Procedures" , John Wiley and Sons, 2nd Edition (1986).*

7- *KING, T.G., "RMS Skew and Kurtosis of Surface Profile Height Distributions: Some Aspects of Sample Variation", Precision Engineering, 207 - 215, (1980 )*

8- *ZAHWI, S.Z., NISURF Measuring Facility , NIS Internal Report, (1991)*

9- *INTERNATIONAL STANDARD ISO 4278/1 , " Surface Roughness- Terminology Part 1: Surface and its Parameters", International Organization for Standardization, (1984).*

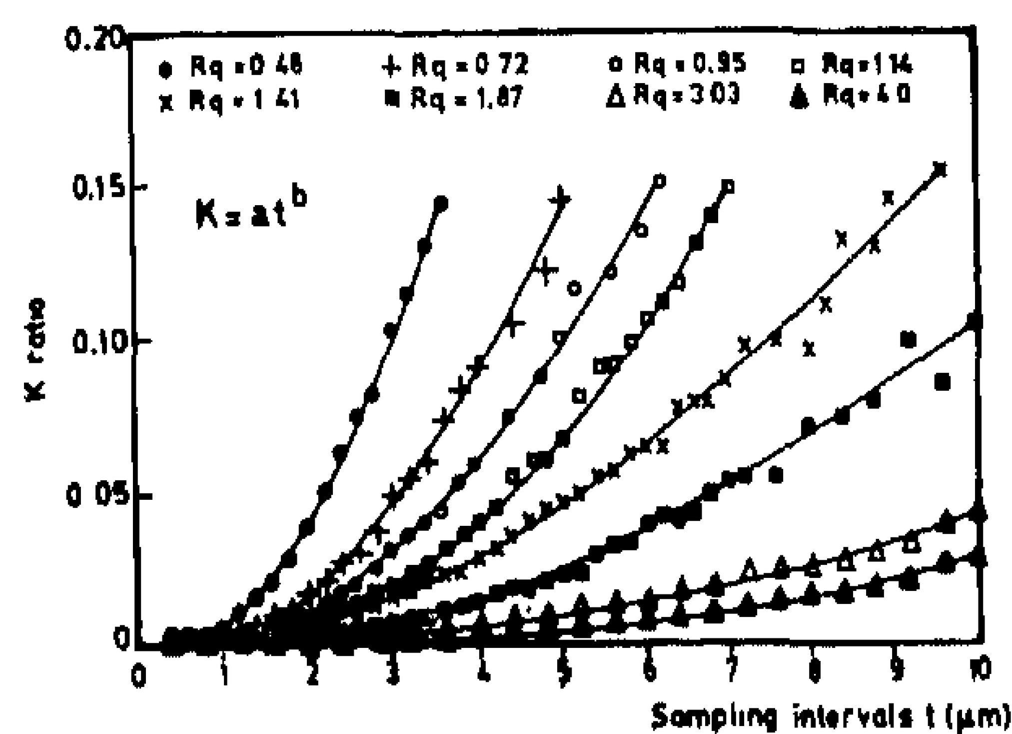
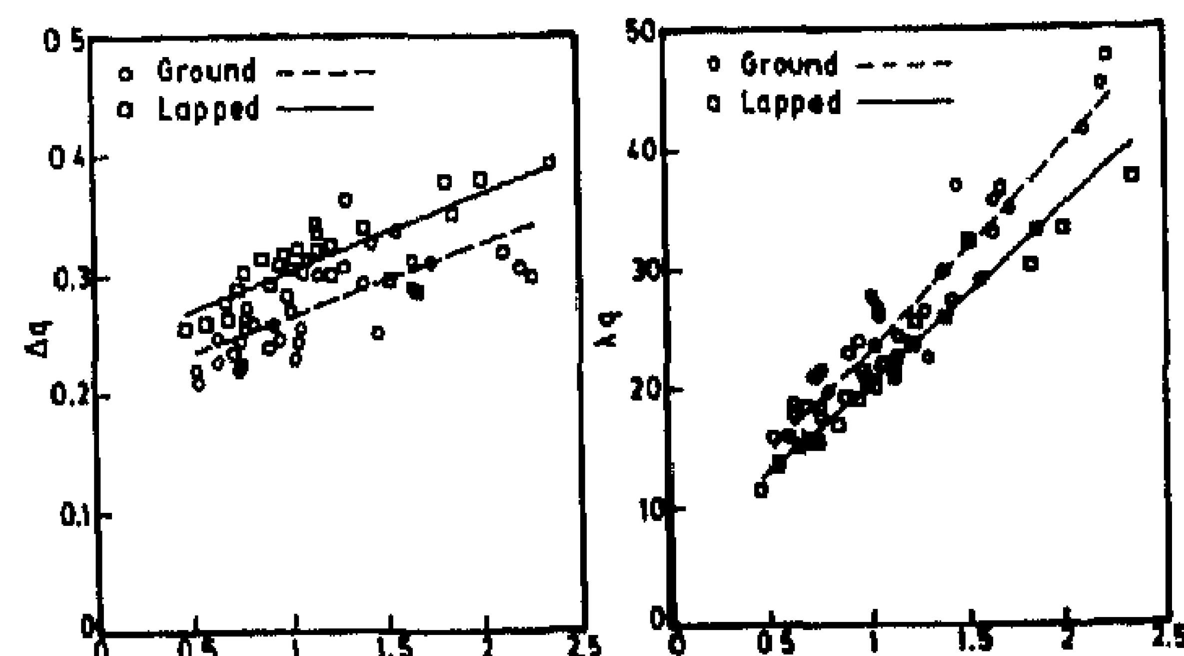
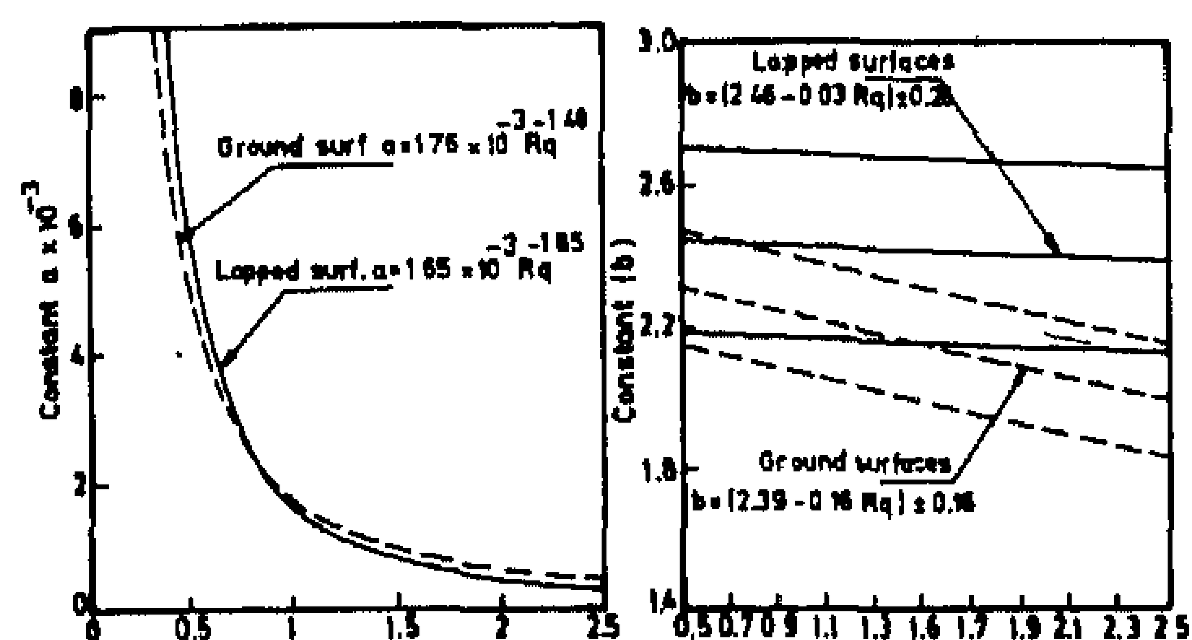



Fig. 2- Examples of the relations between t & k for lapped surfaces.



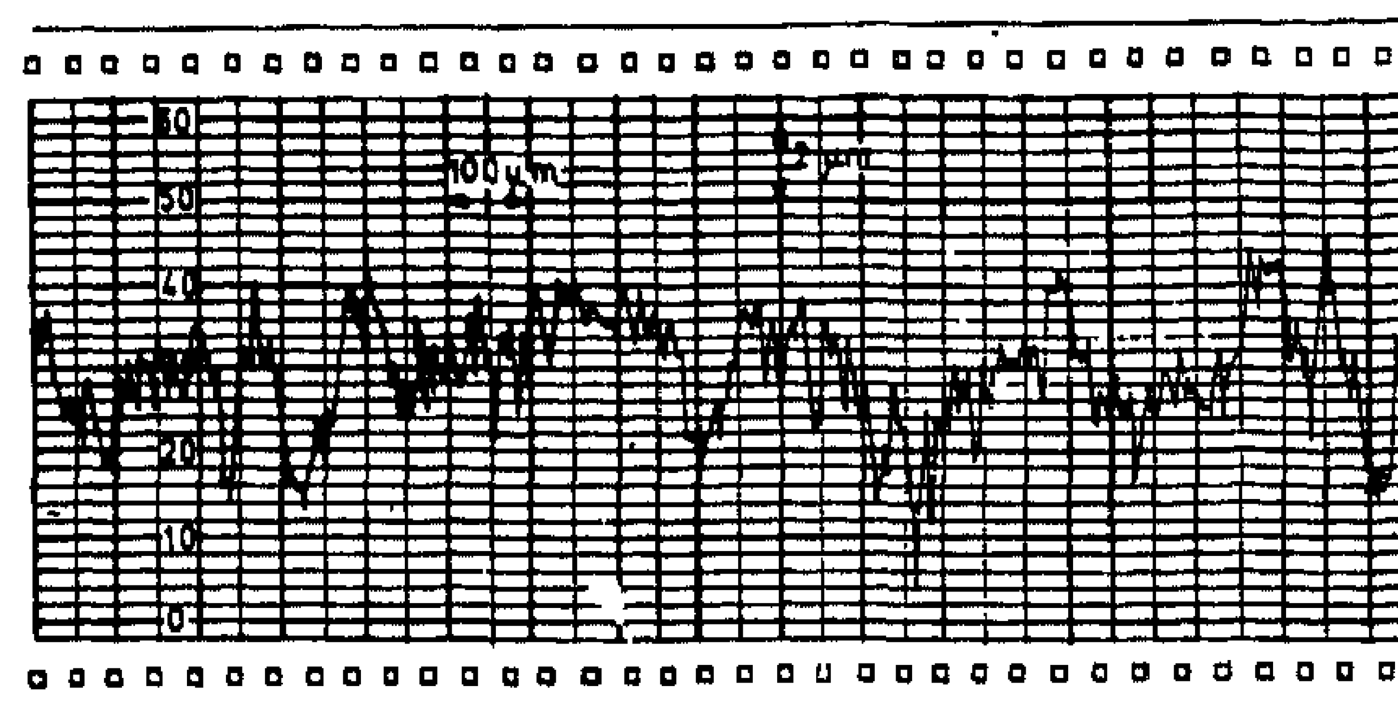

(a) Rq (µm) (b) Rq (µm)

Fig. 5 Comparison between ground and lapped surfaces (a) Δ Aq, (b) λq.

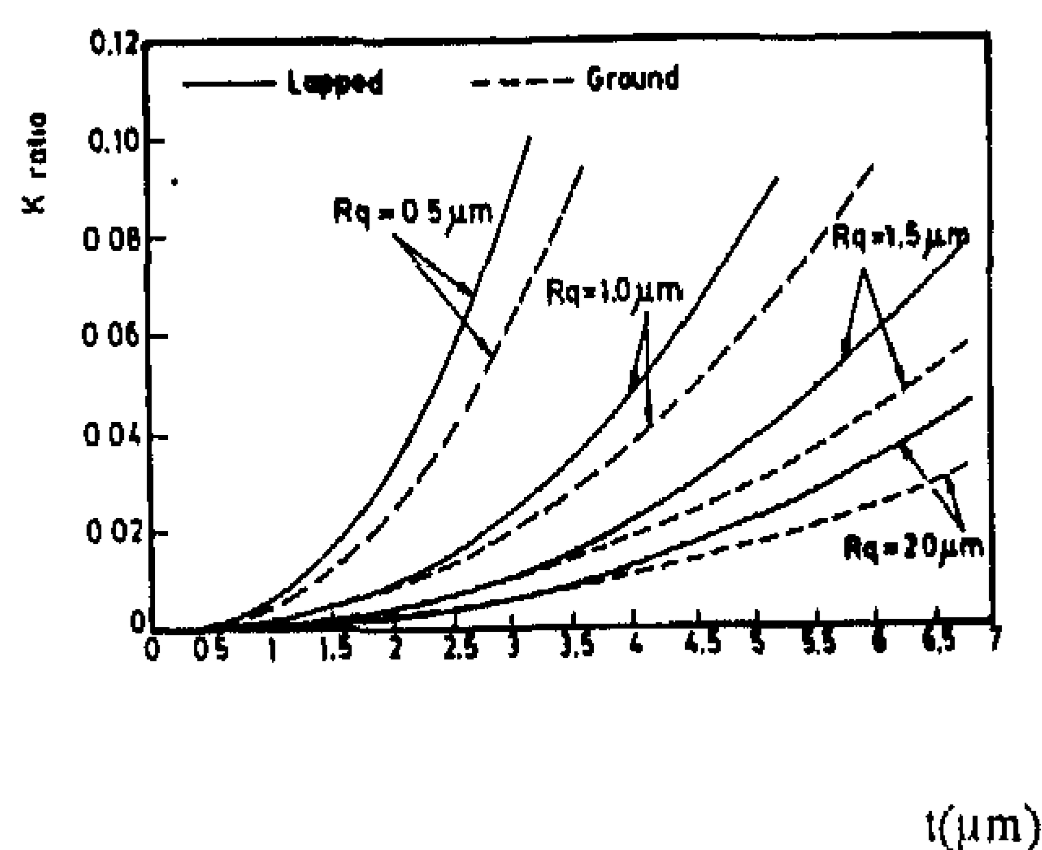



(a) Rq (µm) (b) Rq. (µm)

Fig. 3- Constants a or b as function of Rq for lapped surfaces as compared with ground surfaces.




(a) Ground Surface; : Rq = 1.2 µm ".




t(µm)

Fig. 4- Relation between k and t (µm) for lapped and ground surfaces.

(b) Lapped Surface , "Rq = 1.2 µm"

Fig. 6- Analogue profiles of (a) ground surface; and (b) Lapped surface

## NOMENCLATURE

a,b Constants of the empirical formula relating **k & t** for different lapped surfaces

k The amount of loss in the details of the asperities measured ( as a ratio of Rq value )

Rq The root mean square ( r.m.s. ) value of the originally obtained profile, µm.

**t** The sampling interval used in measuring the profile digitally, µm

Δq The root mean, square ( r.m.s) slope of the profile µm /µm.

λq The root mean square wavelength of the asperities spacing of the roughness profile .

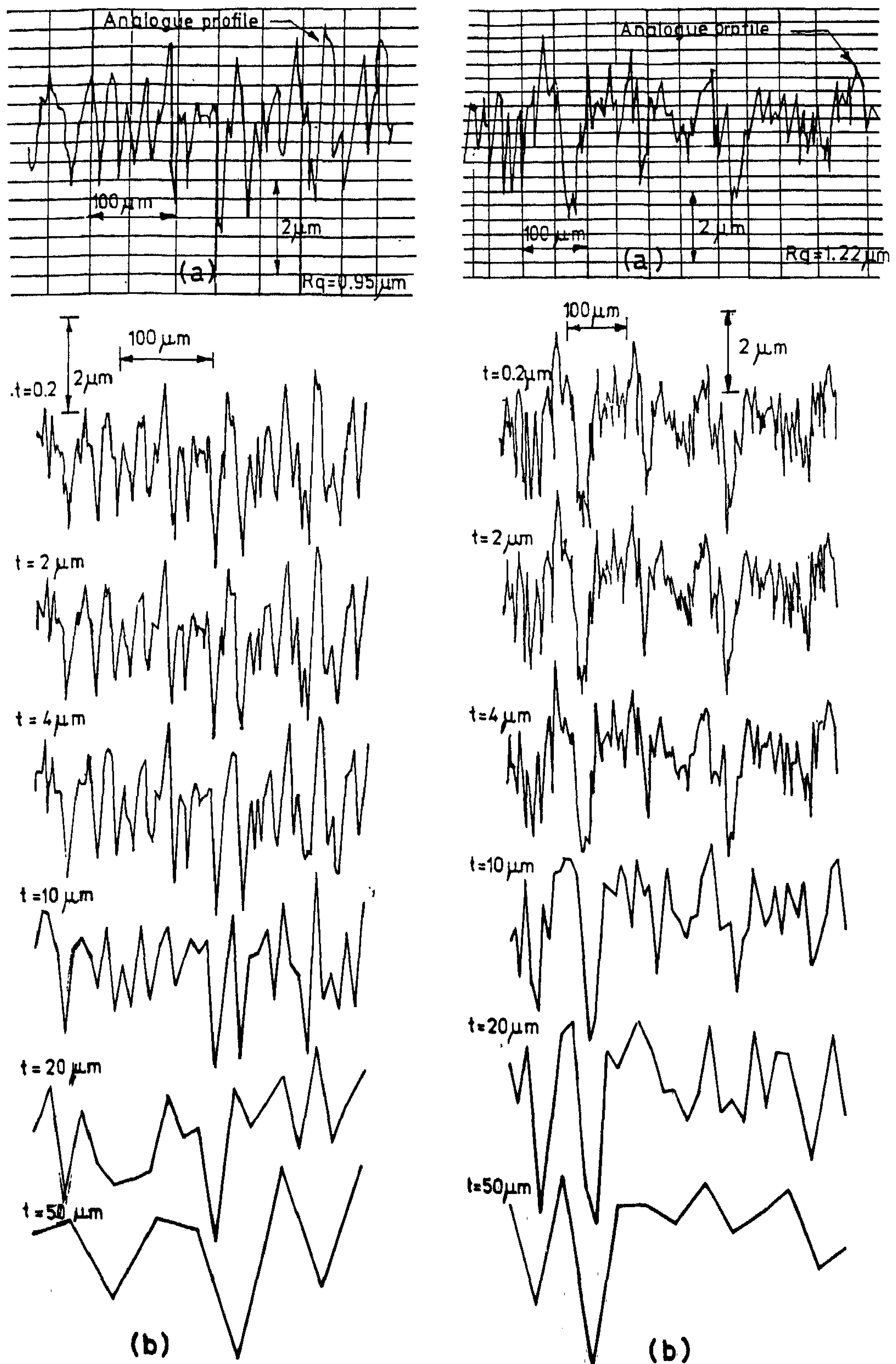



Fig 1. Profiles as obtained by (a) analogue method (b) digitally at different sampling intervals.

is lost due to increasing the sampling interval used in digital measurements.

## RESULTS

Examples of profile obtained by digital methods at different sampling intervals as compared with the analogue profile are given in Fig. 1. The effect of increasing **t** on **k** for profiles of surfaces of nonperiodic nature is shown in Fig 2. Only 8 profiles are shown, for clarity, in this figure as examples and for all 35 profile similar relations were drawn (not indicated in the figure). The approximate mathematical relations representing those curves were approximated to

$$K = at^{b} \quad (1)$$

where **a** and **b** are constants depending on $R_q$ Fig.3 and:

$$a = (1.65 \times 10^{-3}) \times Rq^{(-1.85)} \pm (0.38 \times 10^{-3}) \quad (2)$$

$$b = (2.46 - 0.03Rq) \pm (0.26) \quad (3)$$

## DISCUSSION

Comparison between the results of lapped and ground surfaces, **Zahwi, Moussa , and Mekawi [4]** shows similar trends, Fig. 4, However the rate of loss of asperities details' **k** is more rapid with lapped surfaces than with ground surfaces , which could be explained to be due to :

(a) The asperities produced by lapping are sharper and more closely distributed together than with ground surfaces, Fig. 5, where it can be seen that Δq, ISO 4287/1[9] the root mean slope of the profile, is higher for lapped surfaces, and λq, ISO 4287/1 [9] the root mean square wavelength, for lapped surfaces is shorter than those for ground surfaces and

(b) The distribution of the heights of the asperities of lapped surfaces are more randomly distributed with very little periodic component in its profile, while those of ground surfaces showed some waviness in its texture, Fig. 6 . The exponential relations indicate that the rate of increase in **k** is low at small sampling intervals, while this rate increases rapidly when using longer intervals. For example increasing **t** from 0.2 μm to 2 μm ; i.e. factor of 10 times have little effect on the shape of asperities portrayed, and by increasing the sampling interval by 5 times (2 μm to 10 μm ) resulted in the loss of most of the fine details of the asperities; a further increase by a factor of 5 times more ( 10 μm to 50μm ) leads to a completely different profile. This may be explained in view of the stylus size used (2.5 μm), for the asperities , that are narrower than the stylus radius, were originally masked because the stylus is unable to penetrate into the fine details of the valleys of these asperities. A sampling interval much less than the stylus size is expected not to reveal any details more than those detected , in the first place , by the stylus itself and an extensively smaller interval may include the signals due to noise and a misleading asperities profile could be obtained. On the other hand increasing the sampling interval by more than the stylus size will result in a rapid loss in the asperities details. The rate of increase in k is less noticeable when the surfaces measured are rougher, for in these cases the fine details of the asperities contribute very little to the roughness of the surface under test and hence their loss will affect the profile very little. Increasing the interval from 0.2 to 2 μm will reduce the size of the memory needed for the computer used as well as the computational time considerably with a minor loss in the asperities details ( < 5% equations 1 to 3). Although this investigation concentrates on the amount of details lost, further studies are needed to account for the effect of increasing the sampling interval on the different parameters representing the surface such as Ra,Rt,......., etc.. in relation with the computer computation time.

## CONCLUSION

1-According to the experimental results obtained within this research on surfaces having asperities of nonperiodic nature obtained by lapping in the range of 0.5 μm , < **Rq** <4 μm ; the amount of loss in the details' **k**, as a ratio of **Rq**, and **t** , the sampling interval used in digitizing the signal could be approximated as follows:

$$k = at^{b}$$

where **a** and **b** are constants depending on $R_q$ and;

$$a = (1.65 \times 10^{-3}) \times Rq^{(-1.85)} \pm (0.38 \times 10^{-3})$$

$$b = (2.46 - 0.03Rq) \pm (0.26)$$

2- Comparing the results as obtained on surfaces produced by grinding and by lapping showed that the rate of increase in the loss **k** with the increase of **t** is larger with lapped than with ground surfaces.

3- In digital techniques using a sampling interval that is much shorter than the stylus radius is expected not to reveal any details more than those detected by the stylus. On the other hand increasing the sampling interval, by more than the stylus, results in a repaid loss in the asperities details detected by the digital system.

4- Further investigations are needed to account for the effect of **t** on the values of parameters representing the roughness of the surface as well as the computer computation time .

# MEASUREMENTS OF ROUGHNESS PROFILES FOR SURFACES HAVING RANDOM HEIGHTS *
## " Comparison between Lapped and Ground Surfaces "

By
S. Z. Zahwi [1], A. M. Moussa [2], and A. M. Mekawi [1]

## ABSTRACT

Profiles measured digitally using computerized systems of the stylus type instruments are affected by the sampling interval used in digitizing the profile. An experimental investigation has been carried out on this effect when measuring surfaces having profile heights of random and nonperiodic nature, as those produced by a lapping process. The empirical relations relating the amount of loss in the details of the asperities due to increasing the sampling interval were found. The results obtained on lapped surfaces were compared with those obtained on surfaces produced by grinding where the rates of loss in the details of asperities were found to be higher for lapped surfaces than for ground surfaces. It was also found that digitizing the profile using sampling intervals that were much less than the stylus radius did not reveal details more than those detected, in the first place, by the stylus itself.

## INTRODUCTION

In computerized roughness measuring systems the data representing the roughness profiles are digitized at different sampling intervals to obtain the ordinates of the digitally measured profile, Thomas and Walker [1],Rashed [2] & Chajda, Cellary and Wieczorowski [3]. The sampling intervals used, to convert analogue signal to digital data is very important due to :

(1) The incorrect asperity shapes obtained when very long sampling intervals are used, Zahwi, Moussa, and Mekawi [4].

(2) On the other hand, if the sampling interval is shortened excessively, incorrect asperity shape may be found because the differences between adjacent data are included within the range of noise of the signal Chetwynd [5] .

(3) The effect of very large number of data points on the overall computing cost .

The Nyquist frequency theorem, Bendat and Piersol [6] could be easily applied when the surfaces measured are of periodic pattern, however for surfaces of random patterns of profiles and nonperidic asperities such as those obtained from grinding or lapping, King[7] the effect of sampling interval needs to be experimentally investigated.

* Presented at the 6 th. Cairo University international conference on mechanical design and production " MDP6", Cairo, Jan. 2-4 1996.

1- National Institute for Standards (NIS), P.O.Box 136, Giza, Code 12211, Egypt.

2- Faculty of Engineering and Technology , Helwan University, Cairo, Egypt.

## EXPERIMENTAL DETAILS

Surfaces having asperities heights of random and nonperiodic nature could be well represented by a lapping process using abrasive material of different grain sizes. Silicon oxide as an abrasive material with groups of different grain sizes was used to produce flat surfaces of different roughness values. The grain sizes were (# 90, #180, #302.5, #320) which ranged from fine to very coarse grain size to give a wide range of roughness values. The **Rq** values of the surfaces produced ranged from 0.5 μm to 4.0 μm. The motor speed of the lapping machine used was 1000 rpm. Twelve specimens of different materials ( steel, copper, aluminum ) were machined . Each specimen was measured using a computerized system, **Zahwi [8]** at three different positions distributed over its surface and the unfiltered analogue profiles were recorded on the analogue recorder of the measuring system. Simultaneously and at the same trace, the digital data representing the same profile was taken. The sampling interval used to obtain the original profile was 0.2 μm over a traversing length of 1.92 mm (9600 data points per profile). The digitally obtained data points were stored on a disk for further analysis. The mathematical approach, method of treatment and computer program given by **Zahwi, Moussa and Mekawi [4]** were used to simulate the effect of increasing the sampling interval **t** on the amount lost **k** in the details of the profile of the asperities. The **k** value represents the ratio ( ratio to the **Rq** value of the original profile ) of the details that

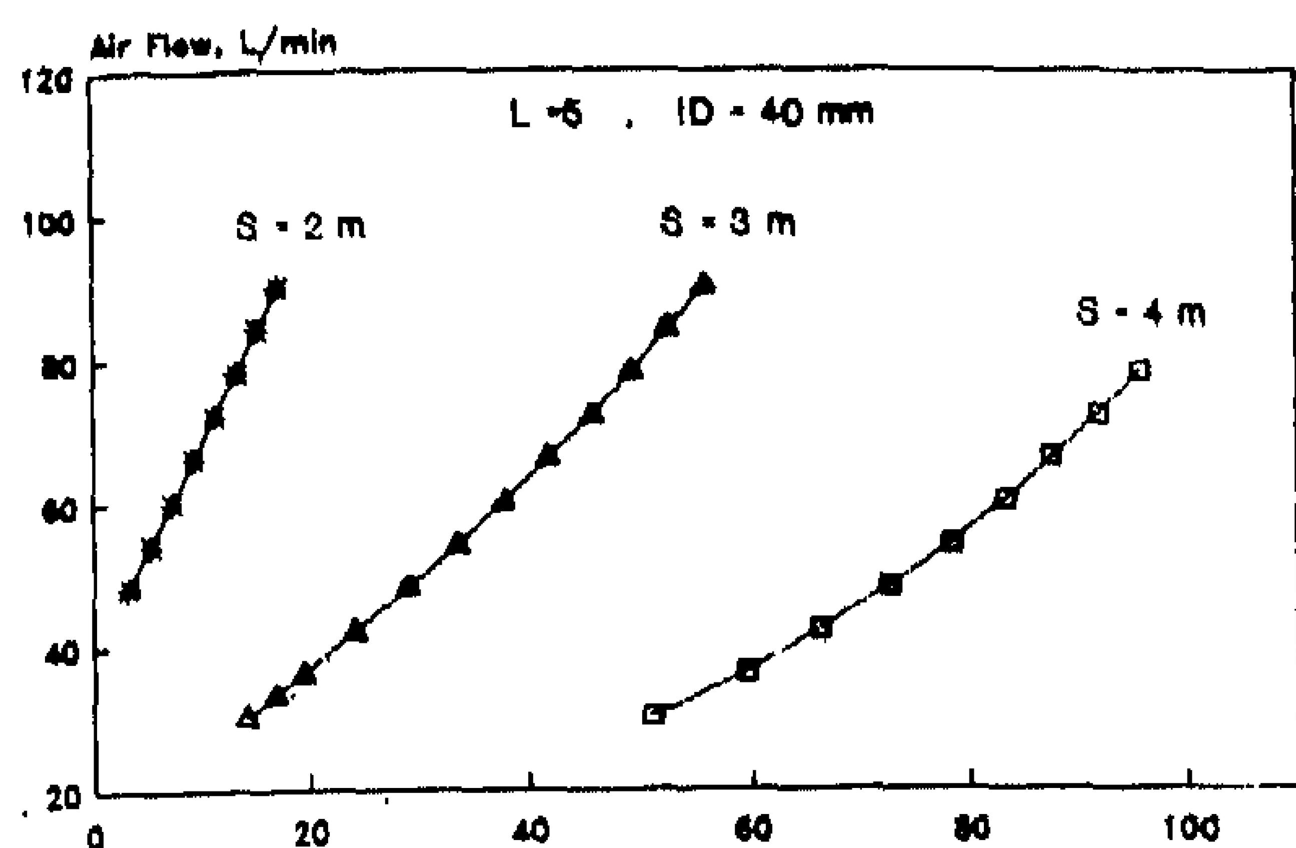


Fig. 5- Water flow versus air flow of inner diameter 40mm pump for different values of submergence (S)

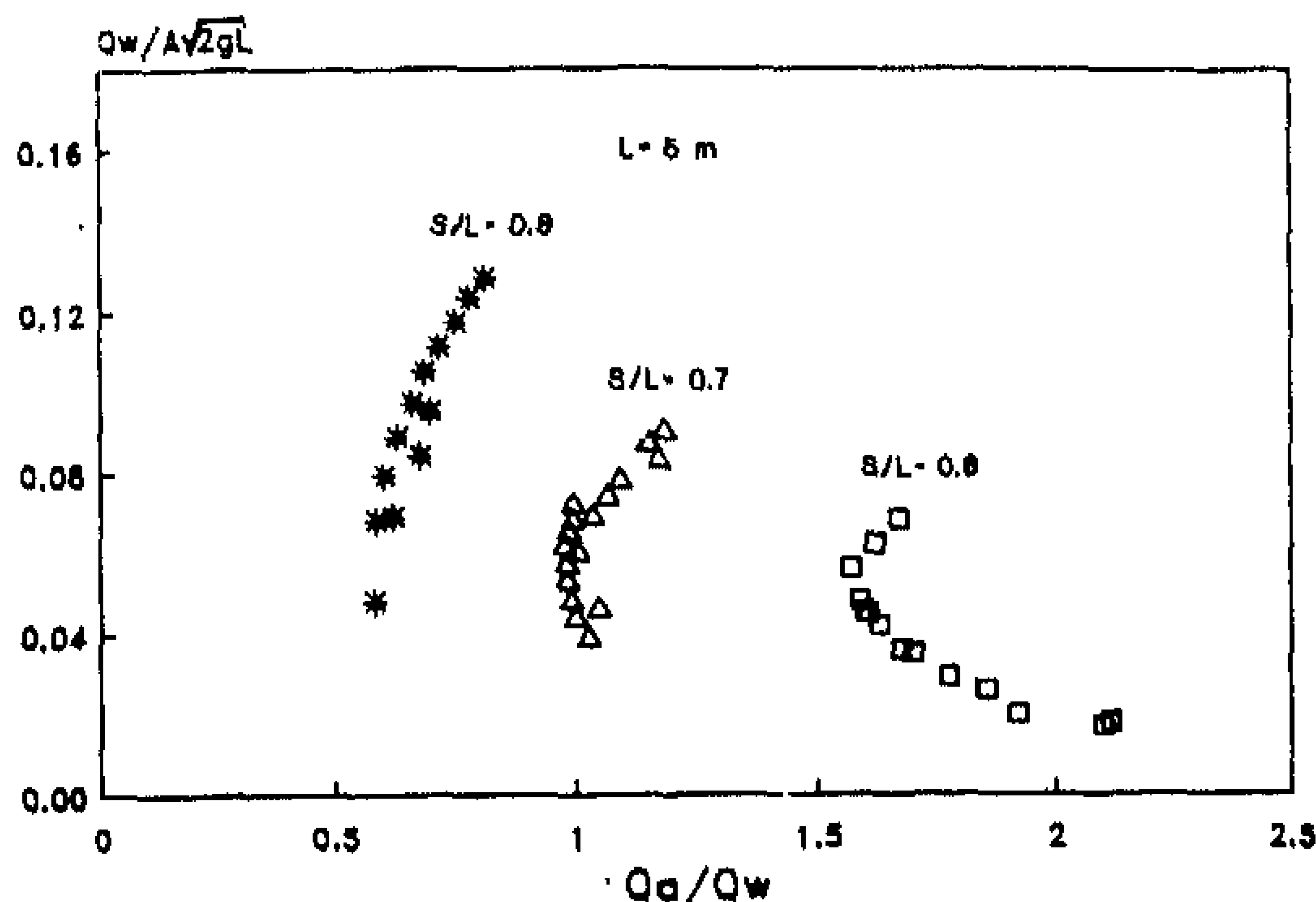


Fig 6- Dimensionless plot of pump performance

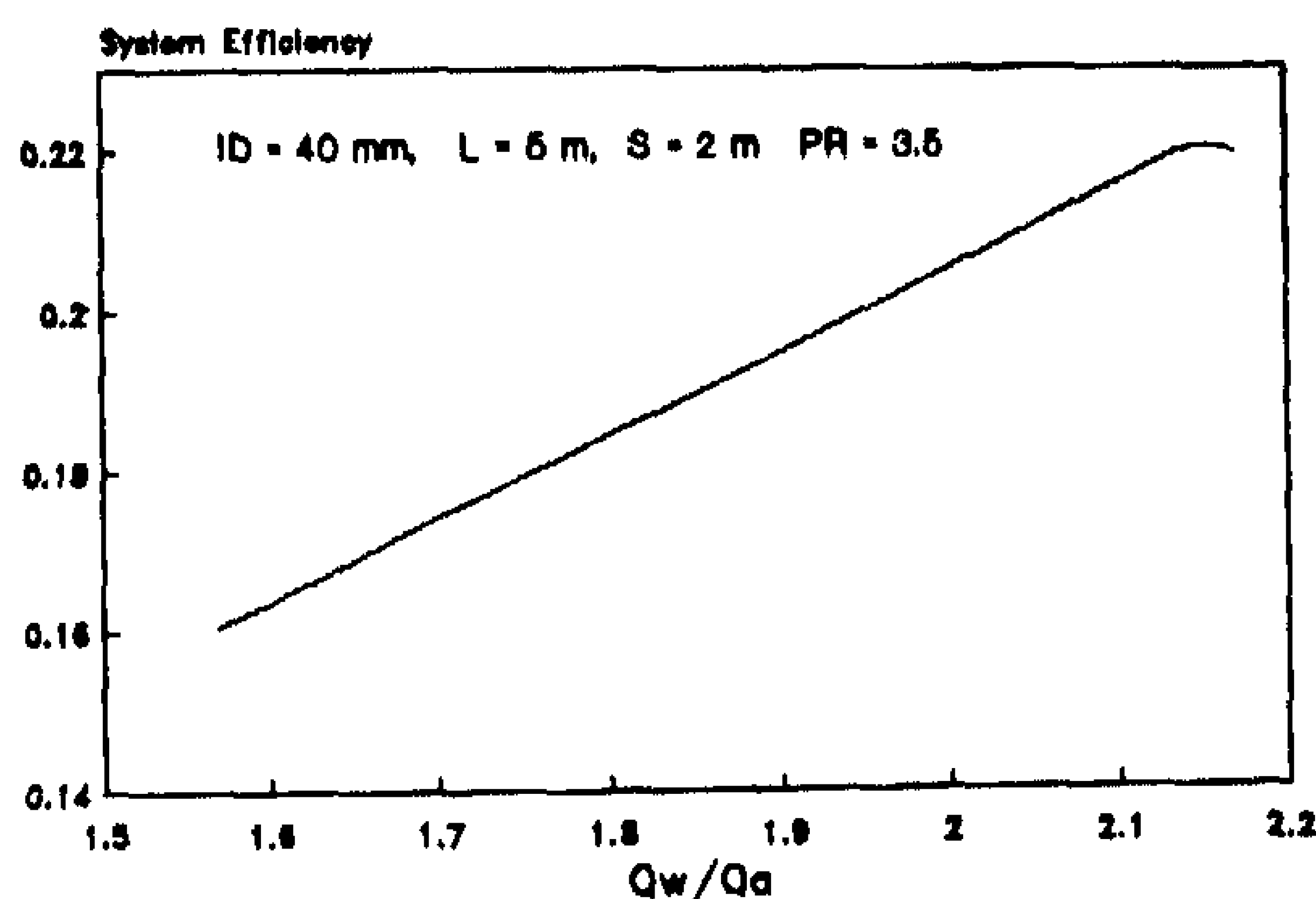


Fig. 7-Efficiency of the system versus Qw / Qa

## CONCLUSION

From the above discussion, the following conclusions can be drawn :

- Wind energy can be transformed fundamentally to compressed air using turbine - compressor set.
- Wind turbines with compressed air energy storage systems with capacity factors greater than 15 percent are attractive and technically feasible with air - lift pumps.
- In air-lift pumps, increase of air flow rates was accompanied by corresponding increase in water flow rate, up to the condition of maximum water flow.
- Efficiency of the system reaches 22% for a pump having 40 mm inner diameter and static head two meters and the pressure ratio of the compressor 3.5 .

## NOMENCLATURE

| | | |
|---|---|---|
| C | = Scale factor | m / s |
| ID | = Inner diameter of the riser | mm |
| k | = Shape factor | |
| L | = length of the riser | m |
| $P_{avg}$ | = Average power output | watt |
| $P_{max}$ | = maximum power output | watt |
| $P_{out}$ | = Output power | watt |
| PR | = Pressure ratio of the compressor | |
| $Q_a$ | = Air flow rate | l/min |
| $Q_w$ | = Water flow rate | l/min |
| S | = Actual submergence depth | m |
| V | = Wind speed | m / s |
| V | = Average wind speed | m / s |
| $V_r$ | = Rated wind speed | m /s |

## REFERENCES


1- *Glendenning, I., " Storing the Energy of Compressed Air", CEGB Report : P / M / N 7 83, ( 1975 ).*

2- *Daehee, L., " Compressed Air Energy Storage", Mechanical Engineering, PP 67 - 71, (1991).*

3- *Parker, G. J, "The Effect of Footpiece Design on the Performance of a Small Air - lift Pump", Int. . Journal Heat & Fluid Flow, Vol. . 2, No . 4, MEP Ltd., (1980).*

4- *Cavallo, A. " High Capacity Factor Wind Turbine - transmission Systems", Sed - Vol. 15, Wind Energy, PP. 87-94 ASME, (1994).*

5- *Abed , A.A., Badr, M.A., and El - Mallah, A.A., " Off Design Performance of Small Wind Turbine", Journal of the Egyptian Society of Engineers, Vol. 34, No. 1, pp. . 31-34, 1995).*

6- *El- Mallah, A.A. and abed , K.A. , " Optimum Selection of Wind Energy Pumping Systems", Journal of the Egyptian Society of Engineers, Vol. . 33, No. 4, PP. 22-24 (1994).*

7- *Clark , N .N. and Dabolt , R.J. , " A General Design Equation for Air-lift Pumps Operating in Slug Flow", AICHEJ, 32 (1), 56, (1986).*

8- *Neil Stone, J., " A Program to Calculate Air - lift Pump Performance", Microsoftware for Engineers, Vol. . 3, No . 3, PP. 114 - 123, Computational Mechanics Publications, (1987)*

9- *Stenning, A.H. and Martin C.B., " An Analytical and Experimental Study of Air -lift Pump Performance", Journal of Engineering for Power, Trans ASME, Series A, (1968).*

$$= \frac{Q_W \cdot P_W \cdot g \cdot (L - s)}{P_{out}} \qquad (4)$$

where

$Q_w$ = Water flow rate $m^3/s$

$\rho_w$ = Water density $Kg/m^3$

g = Acceleration gravity $m/s^2$

L-S = Static head m

## CALCULATION PROGRAM

To calculate the output power from wind turbine, mathematical model and computer program which simulate the operation of a small scale wind turbine were constructed by Abed and others , (5) . The capacity factor was estimated taking into account site and machine characteristic using the method which was established by El-Mallah and Abed (6). The method described by Clark and Dabolt, (7) allows explicit calculation of the lift, given the air-lift geometry and fluid flow rates . The calculation program which is constructed by Neil Stone, (8) is modified to be suitable for the present analysis of the different proposed parameters . If the lift is given, and the liquid or air flow is to be determined, the solution is achieved by iteration calculation, as the flow cannot be expressed explicitly. The procedure used is to assume a liquid velocity, calculate the lift based on this assumption, and then correct the liquid velocity estimated according to whether the estimated lift is greater or smaller than the actual lift. Reasonably fast convergence is obtained in the program by initializing the liquid velocity to half the air velocity, and correcting the liquid velocity by the fourth power of the ratio of actual / calculated lift after each iteration. The iteration continues until two consecutive lift values agree to within a fraction equals 0.001 . The calculation method is applicable to any two fluids in which the gas density is negligible in comparison to the liquid density . This method takes no account of increase in air volume resulting from evaporation when pumping hot fluid. The pump operates in slug flow and below the maximum on the air / liquid flow curve; it means that the calculation will be stopped when increasing air flow is not accompanied by corresponding increase in water flow ,which agrees with assumptions mentioned by Stenning and others , (9).

## RESULTS AND DISCUSSION

The output power from wind turbine was plotted against air flow rate of the compressor, assuming the overall efficiency of the compressor is 65% as shown in Fig.3. From this figure it is clear that the air flow rate increases when the output power increases and the pressure ratio of the compressor decreases Two air - lift pumps each one has five meters riser length were analyzed . Figure 4 shows water flow versus air flow of inner diameter 30 mm pump and submergences were 2,3, and 4 meters. Figure 5 shows water flow versus air flow of inner diameter 40 mm . From these figures , it is clear that the increase of air flow rates was accompanied by corresponding increase in water flow rate, up to the condition of maximum water flow. Also , at smaller values of submergence (S) there was substantial reduction in the water flow rate . The obtained results can be represented by using the dimensionless parameters Qa/Qw as a horizontal axis and $Qw/A\sqrt{2gL}$ as a vertical axis as shown in Fig. 6. This dimensionless plot leads to the conclusion that air flow rate increases when submergence ratio (S/L) decreases. Fig. 7 shows efficiency of the system versus Qw/Qa when inner diameter of the pump equals 40 mm and static head equals 2 meters and the pressure ratio of the compressor equals 3.5 From this figure it is clear that , system efficiency increases when water flow increases till no change in water flow exists when air flow increases .

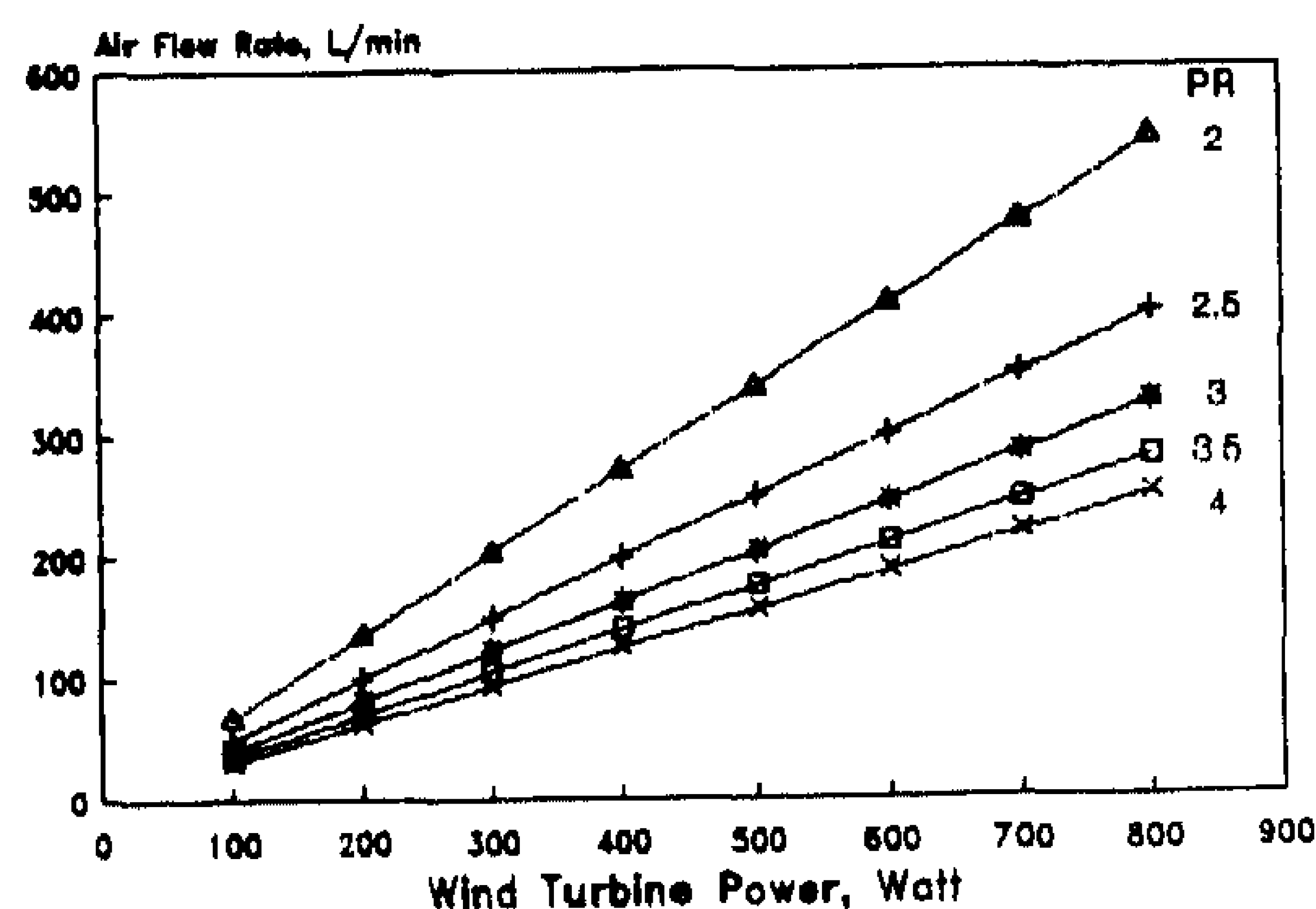



Fig.3- Wind turbine power versus compressor air flow rate, assuming overall efficiency of the compressor = 65 %

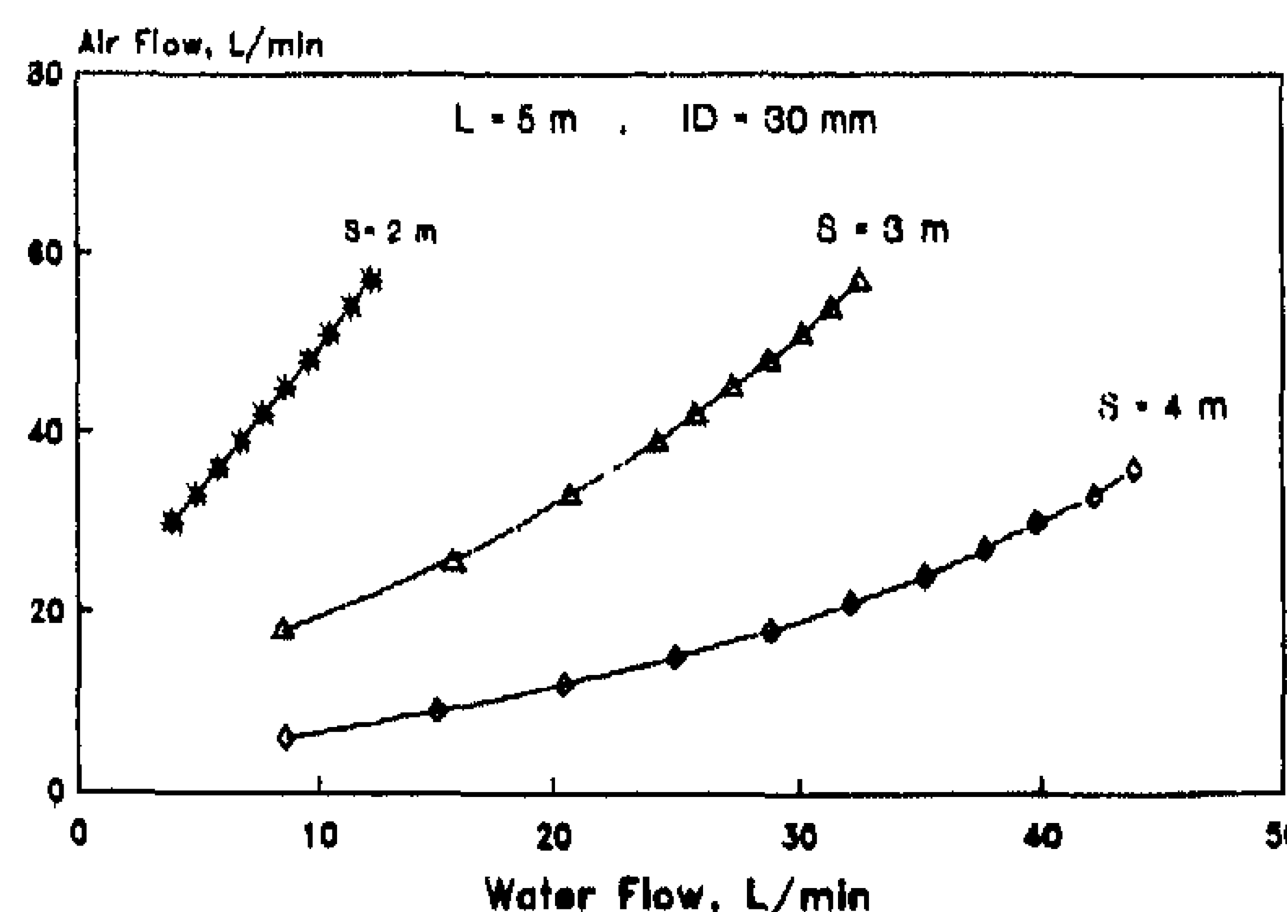



Fig. 4- Water flow versus air flow of inner diameter 30mm pump for different values of submergence (S)

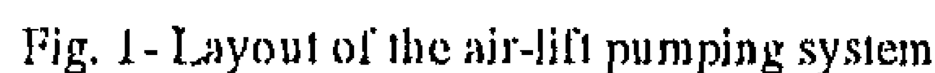



Fig. 1 - Layout of the air-lift pumping system

submerged parts of simple design , can be made of plastic materials and without relative motion between its components.

In the early years of this century , air -lift pumps were widely used for pumping water from artesian wells and from mine shafts, and for pumping in oil wells . Nowadays, air-lift pumps are used mainly for specialized tasks such as aerating water, preventing icing on some high latitude , and as sea-bed " vacuum cleaners" in under water exploration as indicated by Parker, (3) .

The air-lift pump can be used with the combination of wind turbine - compressor where the wind turbine can be placed at a windy site independent of the site chosen of the well . As an advantage , this system is used to store energy in compressed air for pumping water when the demand is high and/ or the wind is low.

## WIND CHARACTERISTICS

The amount of power generated by a wind turbine is a result of both the design characteristics of the turbine and the properties of the wind resource (the wind speed probability density as a function of wind velocity : $f(V)$ . It has been found that the wind frequency can be best described by a Weibull probability distribution $f$ (V) can be written as mentioned by Cavallo (4):

$$f(V) = \frac{k}{C}\left(\frac{V}{C}\right)^{k-1} \exp-\left(\frac{V}{C}\right)^{k} \qquad (1)$$

Here C and k are the scale and shape factors , respectively. The parameter C has dimensions of velocity and its maximum value reaches 1.1 times the average velocity, while k largely determines the shape of $f(V)$. A k value close to 1 indicates a highly variable wind regime, while a k greater than 3 indicates more regular, steadier winds . Since detailed information on the wind speed frequency is often lacking , a k factor of 2 is often assumed in evaluating a wind resource , which may lead to a significant underestimate of the wind resource .

The power output ( $P_{out}$ ) of a wind turbine as a function of wind velocity , F (V) is written as :

$$P_{out} = P_{max} \, F(v) \qquad (2)$$

The average power output ( $P_{avg}$) of a wind turbine can be written as :

$$P_{avg.} = P_{max} \int f(V) . F(V) . dV \qquad (3)$$

This is just the power output of the wind turbine at a given velocity time the frequency at which that velocity occurs, summed over all possible velocities. The quantity inside the integral in equation 3 is the ratio of the average turbine output to the maximum turbine output and is defined as the capacity factor of wind turbine . In Fig. 2, the capacity factor of a wind turbine is plotted as a function of k for rated speeds 4,8,12,18, m/s and average speed 4 m/s . If k is equal to 3 , the capacity factor is about 9 percent greater than at the usually assumed value of k = 2, implying a correspondingly larger output per machine , and lower costs per unit of output . So, accurate estimation of the capacity factor is very important .




Fig. 2- Wind turbine capacity factor versus Weibull k parameter

The proposed system consists of small scale wind turbine compressor, storage tank, and air-lift pump . The overall efficiency of the compressor is considered 65%. Efficiency of the system ( $\eta_{sys}$) can be written as :

$$\eta_{sys} = \frac{\text{Hydraulic power}}{\text{wind turbine output power}}$$

# ENERGY STORAGE IN COMPRESSED AIR

By
Kamal Ahmed Abed*

## ABSTRACT

Storage of energy in some form or other became increasingly important to the renewable energy systems when the available energy exceeded the level of the minimum demand . As the potential capacity of pumped water storage is limited by the size of water tanks, hence other methods have to be employed . Compressed air energy storage plants are attractive alternatives to the water storage option , and can save utilities and their customers, money due to their load - levelling , dynamic and strategic benefits .

Storing the energy in compressed air is a suitable method, especially with wind energy systems . The combination of wind turbine - compressor can be placed at a windy site, e . g . on a hilltop independent of the site chosen of the energy demand . The compressed air could be stored in underground reservoirs or vessels , releasing it later to the combustor of gas turbine generating plant or to the riser of air - lift pumps.

This paper will be directed to study a system consisting of wind turbine compressor , storage tank , and air - lift pump . The output power from wind turbine and the capacity factor were accurately estimated. Characteristics of the air - lift pump are investigated using mathematical model and computer program. The obtained results are analyzed to obtain the best configuration of the pump. It is found that wind turbines with compressed air energy storage systems with capacity factors greater than 15 percent are attractive and technically feasible with air - lift pumps . Also, in air-lift pumps, increase of air flow rates was accompanied by corresponding increase in water flow rate, up to the condition of maximum output. Efficiency of the system reaches 22% when the pump has 40 mm diameter and the static head equals two meters and the pressure ratio of the compressor equals 3.5

**KEYWORDS** : Energy storage - Wind turbines - Air - lift pumps .

## INTRODUCTION

Storing energy in compressed air became increasingly important to the renewable energy systems, especially wind turbines . The combination of wind turbine - compressor can be placed at a windy site, e.g. on a hilltop independent of the site chosen of the energy demand. Glendenning, (1) and Daehee Lee (2) have noted that, the compressed air could be stored in underground reservoirs or vessels , releasing it later to the combustor of gas turbine generating plant or any other use such as air - lift pumps . There are two wind powered pumping systems ; rotary positive displacement pump and air-lift pump . The reciprocating pump type is beset by nearly unsurmountable problems . An air- lift system could be assembled from components readily available . The following is a list of favorable characteristics of compressed air and air - lift pumping systems :

- Air-lift pumps are inherently simple particularly with regard to what must be installed in the will itself : casing, column pipe, air delivery tube, and foot -piece. Rotating shaft, bearings , turbine pump and supporting structures are not required - no moving mechanical parts are in the well .
- location of the wind power unit is not critical. Compressed air can be conveyed by pipe to considerable distances without serious pressure losses as shown in Fig. 1.
- Power from two or more units can be readily coupled for applications requiring increased power levels .
- In some locations , underground formations exist, in which compressed air can be economically stored .

Air-lift pump consists of a vertical riser tube partially immersed in the fluid to be pumped and into which air is injected at the base to produce an upward flow . The air-fluid mixture rises to the surface because it is lighter then the surrounding water in the well . All

* Researcher , Mechanical Engineering Department National Research center, Dokki , Cairo , Egypt .

## *REFERENCES*

1. *El- Nimr, A., " Seepage from Parallel Trapezoidal Channels ", J. Engrg. Mech. Div., Proc. Asce, Aug., 1963.*

2. *Hammad, H.Y., " Seepage Losses from Irrigation Canals ", J. Engrg. Mech. Div., Proc. Asce, April, 1959*

3. *Hammad ,H.Y., " Seepage Losses from Parallel Canal Systems ", J. Engrg. Mech., Proc. Asce, Aug. 1960*

4. *Harr, M. " Groundwater and Seepage ", Mcgraw - Hill, New York, 1962*

5. *Hathoot , H.M., Al-Amoud, A.I. and Mohammed, F.S., " Dynamic Analysis of Flow in a Wide Rectangular Channel Subject of Seepage Losses, " Alexandria Engrg. J 34(3),1993*

6. *Hathoot H.M., Al-Amoud, A I. , and Mohammed, F.S ., " Evaluation of the Length of a Wide Channel Subject to Seepage and Evaporation Losses", Canadian J. of Civ, . Engrg., 19(3),1992*

7. *Hathoot, H.M., " Evaluation of Longitudinal Seepage from Trapezoidal Channels , " J. of Engrg . and Applied Sc ., Pergamon Js. 3(1),1986.*

8. *Hathoot , H,M., "Experimental Evaluation of Seepage from an Array of Triangular Channels," ICID Bul., 36(2),1987*

9. *Hathoot, H.M., " Seepage from, Parallel Open Channels " , Bul. Faculty of Engrg. , Alexandria Univ., Alexandria, Egypt, XVI (1977).*

10. *Hathoot, H.M " Total Losses from Trapezoidal Open Channels " ICID Bul. 33(2) 1984.*

11. *Hathoot, H.M " Total Losses from, Triangular Channels "Alexandria Engrg. J, 28 (4), 1989*

12. *Hathoot, H.M , Mohammed, F.S ,Al-Amoud, A.I. and Abo -Ghobar, H.M., "Water Surface Profiles in Wide Channels Subject to Seepage Losses ", Alexandria Engrg. J.,30(1), 1991*

13. *Kochina, P. " Theory of the Motion of Groundwater ", Princeton Univ. Press, Princeton, NJ 1962.*

14. *Schropp, M. and Fontijn, H.L., " Flow Profiles for Steady Spatially Varied Flow- an Explorative Analysis ". J. Hydraulic Res., 27(1), 1989.*

15. *Subramanya , K. Madhav., M.R., and Mishra, G.C, " Studies on Seepage from Canals with Partial Lining ", J.Hydr. Div. Proc. ASCE, 99 (HY 12 ), 1973.*

unlined channel length, $L_u$ , is estimated according to Hathoot [7]. As shown in Fig .8 bottom lined is more efficient than side lining for practical $b/y_o$ values. For the case of side lining relative channel length increases on increasing z , but the contrary is right for bottom lined channels .

For channels with the sides lines for $b/y_o < 4.0$ the length ratio decreases as $b/y_o$ increases then the length ratio increases for $b/y_o > 4.0$. For bottom lined channels the length ratio continuously increases as b/yo increases.

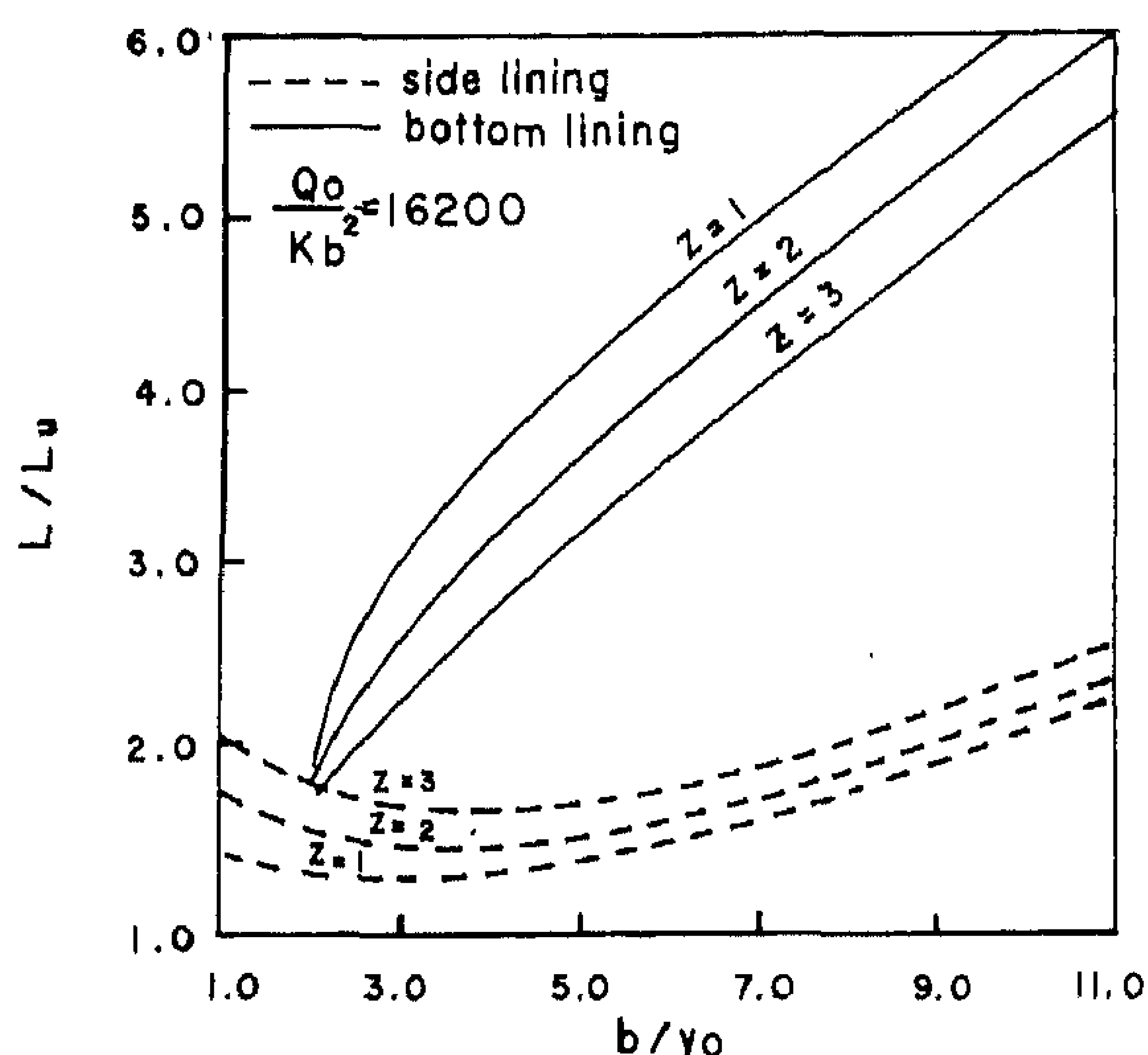



Fig. 8- Channel lenght ratio , $L/L_u$ , Versus $b/y_o$

To investigate the channel discharge distribution along the channel axis, Fig. 9. is plotted for channels with side and bottom lining. Equations 11 and 14 are used in plotting curves of Fig. 9 In both cases of partial lining it is evident that side slopes have a negligible effect on the discharge distribution. For channels with bottom lining channel discharge decreases at a higher rate than in the case of channels with side lining .

## CONCLUSION

The discharge and channel length equations presented in this paper are generally explicit, simple, and practical. For the practical range $b/y_o \geq 2.0$ it is found that bottom lining is substantially more efficient than side lining . In both cases of partial lining the efficiency of lining generally increases as $b/y_o$ increases. For bottom lined channels , lining efficiency increases for channel with flatter sides which is not the case for channels with side lining . In both cases of partial channel lining it is proved that side slopes have

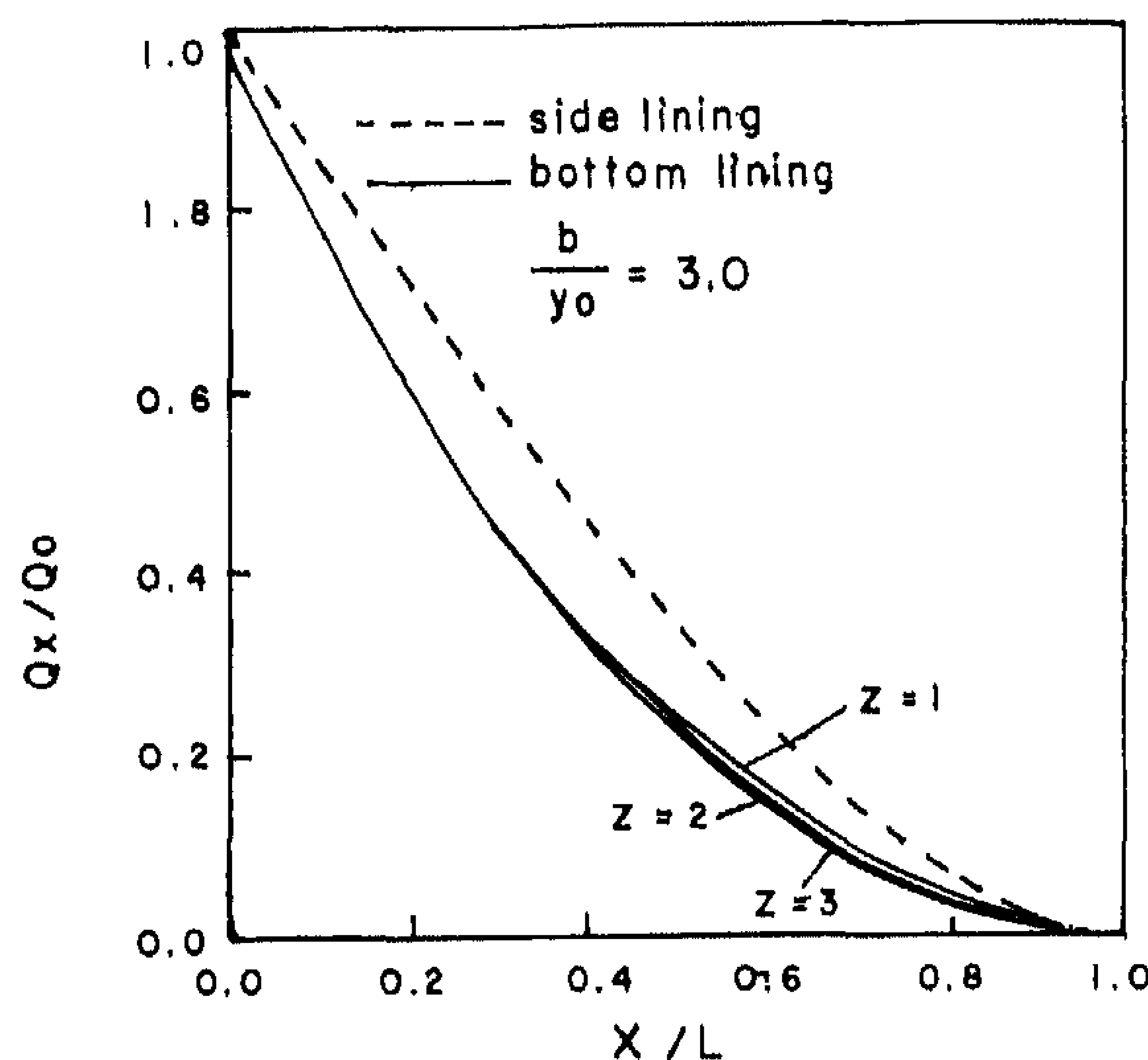



Fig. 9- Distribution of channel discharge along channel Axis

a little effect on the rate of decrease of discharge along the channel.

## APPENDIX I- NOTATIONS

$A_n$ = constants contained in Eq.1
$B_n$ = constants contained In Eq.2.
b = channel bed width;
$C_n$ = constants contained in Eq. 3;
$D_n$ = constants contained in Eq.4;
K = hydraulic conductivity of soil ;
L = length of a partially lined channel ;
$L_u$ = length of unlined channel;
$Q_0$ = channel discharge at a reference section ;
$Q_x$ = channel discharge at a section x downstream from a reference section ;
$q_{BL}$ = Seepage taking place per unit length of a channel with bed lining;
$q_s$ = seepage per unit length of a partially lined channel ;
$q_{SL}$ = seepage taking place per unit length of a channel with side lining;
$q_u$ = seepage per unit length of an unlined channel ;
$S_0$ = Channel bed slope ;
x = distance from reference and general sections;
$x_1$ = distance given by Eq. 16 ;
$x_2$ = distance given by Eq. 21 ;
y = water depth at a general channel section ;
$y_0$ = water depth at a reference section ;
z = channel side slope; and
$\beta_\pi$ = angle between channel side and the horizontal in radians

Equation 19 provides channel length for $b/yo \geq 0.5$ and even rough estimations for $0.05 \leq b/y \leq 0.5$

**2- Channels with the Bottom Lined**

**C- For $0.05 \leq b/y_0 \leq 1.6$**

as in case A we have

$$L = \frac{Ky_o}{Q_o}\left\{\frac{C_o}{2}\left[L^2 - (L - X_2)^2\right] + \frac{C_1}{3}\left(\frac{y_o}{b}\right)\left[L^2 - \frac{(L-X_2)^3}{L}\right] + \frac{C_2}{4}\left(\frac{y_o}{b}\right)^2\left[L^2 - \frac{(L-X_2)^4}{L^2}\right] + \frac{D_o}{2}(L - X_2)^2 + \frac{D_1}{3}\left(\frac{y_o}{bL}\right)(L - X_2)^3 + \frac{D_2}{4}\left(\frac{y_o}{bL}\right)^2(L - X_2)^4 + \frac{D_3}{5}\left(\frac{y_o}{bL}\right)^3(L - X_2)^5\right\} \quad (20)$$

in which $x_2$ is the distance measured from the reference section to the section at which $b/y = 1.6$ and is given by :

$$X_2 = L\left[1 - \frac{b}{1.6y_o}\right] \quad (21)$$

**D- For $b/yo \geq 1.6$**

Similar to the derivation of Eq.(19) it may be concluded that

$$L = \frac{Q_o}{Ky_o\left[\frac{D_0}{2} + \frac{D_1}{3}\left(\frac{y_0}{b}\right) + \frac{D_2}{4}\left(\frac{y_0}{b}\right)^2 + \frac{D_3}{5}\left(\frac{y_0}{b}\right)^3\right]} \quad (22)$$

in which is the channel length measured from the reference section .

## NUMERICAL EXAMPLE

A channel with the sides lines is excavated in a soil having a hydraulic conductivity K= 1.0 m/day. The channel has side slopes z = 2.5 and bed width b = 3.0 m. At a given section the water depth $y_o$ = 1.0 m and the discharge $Q_0$ = 2.0 m³/s. It is required to estimate the channel discharge 10 km downstream from the given section.

Solution

$$\frac{b}{y_o} = \frac{3.0}{1.3} = 3.0m (> 0.5)$$

Applying Eq. 19

$$L = \frac{2.0(24)60(60)}{1.0(1.0)\left[\frac{15.411702}{2} + \frac{-38.662684}{3}\left(\frac{1}{3}\right) + \frac{37.302545}{4}\left(\frac{1}{3}\right)^2 + \frac{-10.535563}{5}\left(\frac{1}{3}\right)^3\right]}$$

from which

L = 39584.4 m

= 39.58 Km

To estimate the channel discharge at a section 10.0 km downstream from the given section Eq. (11) is to be applied :

$$Q_X = 2.0 - \frac{1.0(1.0)}{24(60)60(39584.4)}\left\{(39584.4)^2\left[\frac{15.411702}{2} + \frac{-38.662684}{3}\left(\frac{1}{3}\right) + \frac{37.202545}{4}\left(\frac{1}{3}\right)^2 + \frac{-10.535563}{5}\left(\frac{1}{3}\right)^3\right] - \left[\frac{15.411702}{2}(39584.4 - 10000)^2 + \frac{-38.662684}{3}\left(\frac{1}{3(39584.4)}\right)(39584.4 - 10000)^3 + \frac{37.202545}{4} \cdot \left(\frac{1}{3(39584.4)}\right)^2(39584.4 - 10000)^4 + \frac{-10.535563}{5}\left(\frac{1}{3(39584.4)}\right)^3(39584.4 - 10000)^5\right]\right\}$$

From which

$Q_x$ = 1.29 m³ /s

It is worthy to note that estimation of the channel length for unlined channel [7] yields

L = 25.34 km

This means that lining the channel sides increases its length about 56%

## EFFECT OF CHANNEL LINING

It is evident that partial lining reduces seepage losses and hence increases channel length downstream from a reference section .

Figure 8 is plotted to demonstrate lengths of lined channels compared with those of unlined ones . The

By means of Eqs.9 and 11 the discharge at a general section of a channel with the sides lined can be evaluated.

**2- Channels with the Bottom Lined**

In this case the discharge at a general channel section can be evaluated from

$$Q_x = Q_o - \int_0^x q_{BL} dx \tag{12}$$

The following two cases are considered

**C- 0.05 ≤ b/y ≤ 1.6**

Combining Eqs. 12, 8 and 3, and doing the same as in deriving Eq.9, we get

$$Q_x = Q_o - \frac{Ky_o}{L}\left\{L^2\left[\frac{C_o}{2} + \frac{C_1}{3}\left(\frac{y_o}{b}\right) + \frac{C_2}{4}\left(\frac{y_o}{b}\right)^2\right] - \left[\frac{C_o}{2}(L-X)^2 + \frac{C_1}{3}\left(\frac{y_o}{bL}\right)(L-X)^3 + \frac{C_2}{4}\left(\frac{y_o}{bL}\right)^2 (L-X)^4\right]\right\} \tag{13}$$

**D- For b/y ≥ 1.6**

From Eqs. 12, 8,and 4 it is easy to derive the following equation .

$$Q_x = Q_o - \frac{Ky_o}{L}\left\{L^2\left[\frac{D_o}{2} + \frac{D_1}{3}\left(\frac{y_o}{b}\right) + \frac{D_2}{4}\left(\frac{y_o}{b}\right)^2 + \frac{D3}{5}\left(\frac{y_o}{b}\right)^3\right] - \left[\frac{D_o}{2}(L-X)^2 + \frac{D_1}{3}\left(\frac{y_o}{bL}\right)(L-X)^3 + \frac{D_2}{4}\left(\frac{y_o}{bL}\right)^2 (L-X)^4 + \frac{D_3}{5}\left(\frac{y_o}{bL}\right)^3 (L-X)^5\right]\right\} \tag{14}$$

The discharge at a general section of a channel with the bottom lined can be evaluated by using Eq.13 or 14.

## Expected Channel Length

**1- Channels with the Sides Lined**

**A- For 0.05 ≤ $b/y_o$ ≤ 0.5**

The discharge vanishes at the downstream end of the channel and this condition is mathematically expressed by

$$0 = Q_o - \left\{\int_0^{x_1} Ky\left[A_o + A_1\left(\frac{y}{b}\right) + A_2\left(\frac{y}{b}\right)^2\right]dx + \int_{x_1}^{L} Ky\left[B_o + B_1\left(\frac{y}{b}\right) + B_2\left(\frac{y}{b}\right)^3 + B_3\left(\frac{y}{b}\right)^3\right]dx\right\} \tag{15}$$

in which $x_1$ corresponds to the channel section at which b/y = 0.5 and can be found from

$$X_1 = L\left[1 - \frac{b}{0.5y_o}\right] \tag{16}$$

Integrating Eq. 15, simplifying and solving for L :

$$L = \frac{Ky_o}{Q_o}\left\{\frac{A_o}{2}\left[L^2 - (L-X_1)^2\right] + \frac{A_1}{3}\left(\frac{y_o}{b}\right)\left[L^2 - \frac{(L-X_1)^3}{L}\right] + \frac{A_2}{4}\left(\frac{y_o}{b}\right)^2\left[L^2 - \frac{(L-X_1)^4}{L_2}\right] + \frac{B_o}{2}(L-X1)^2 + \frac{B_1}{3}\left(\frac{y_o}{bL}\right)(L-X_1)^3 + \frac{B_2}{4}\left(\frac{y_o}{bL}\right)^2 (L-X_1)^4 + \frac{B_3}{5}\left(\frac{y_o}{bL}\right)^3 (L-X_1)^5\right\} \tag{17}$$

Equation 17 is implicit and is to be solved by a trial and error procedure. A starting trial value of L may be obtained by considering b/yo > 0.5 as shown in the next paragraph.

**B- For b/yo ≥ 0.5**

considering Eq.11 and substituting x= L:

$$0 = Q_0 - KLy_o\left[\frac{B_o}{2} + \frac{B_1}{3}\left(\frac{y_o}{b}\right) + \frac{B_2}{4}\left(\frac{y_o}{b}\right)^2 + \frac{B_3}{5}\left(\frac{y_o}{b}\right)^3\right] \tag{18}$$

Solving for L:

$$L = \frac{Q_o}{Ky_o\left[\frac{B_0}{2} + \frac{B_1}{3}\left(\frac{y_o}{b}\right) + \frac{B_2}{4}\left(\frac{y_o}{b}\right)^2 + \frac{B_3}{5}\left(\frac{y_o}{b}\right)^3\right]} \tag{19}$$

in which $D_0$ ,$D_1$, $D_2$ and $D_3$ are given in table 2 for various values of Z

Table 2.

| Z | $D_0$ | $D_1$ | $D_2$ | $D_3$ |
|---|---|---|---|---|
| 1.0 | 6.16876 | -36.89259 | 147.7915 | -149.2663 |
| 1.5 | 6.205081 | -31.71907 | 131.384 | -133.54 |
| 2.0 | 5.925795 | -21.4296 | 96.60418 | -100.2222 |
| 2.5 | 5.570632 | -10.72662 | 63.38774 | -73.63518 |
| 3.0 | 5.758008 | -4.5624 | 43.69816 | -51.10196 |

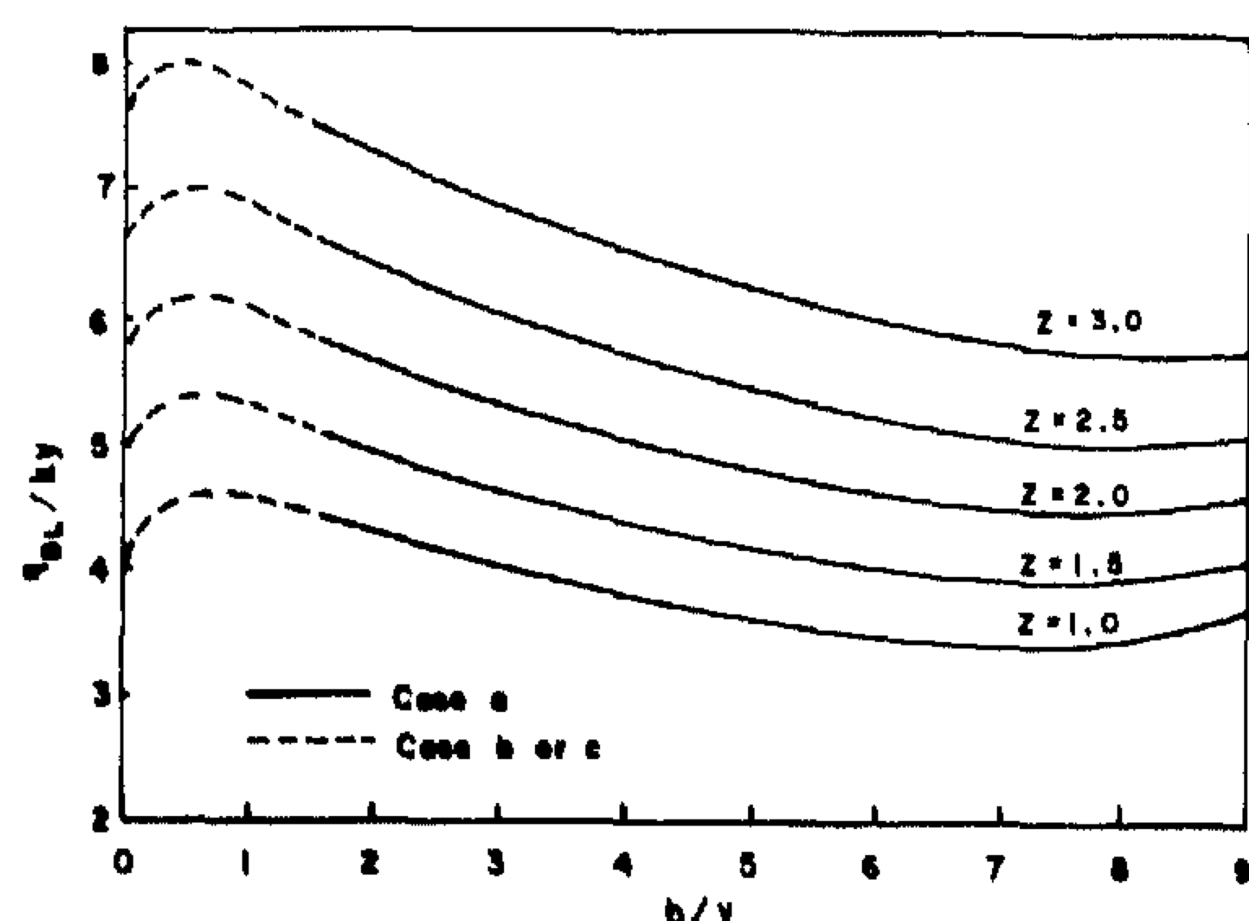



Fig. 6- Variation of $q_{sL}/ky$ with b/y and Z for Channels

## Longitudinal Variation of Channel Discharge

Seepage losses decrease the channel discharge along the channel in the downstream direction. Figure 7 illustrates a longitudinal channel section for which all channel discharge is lost by seepage .

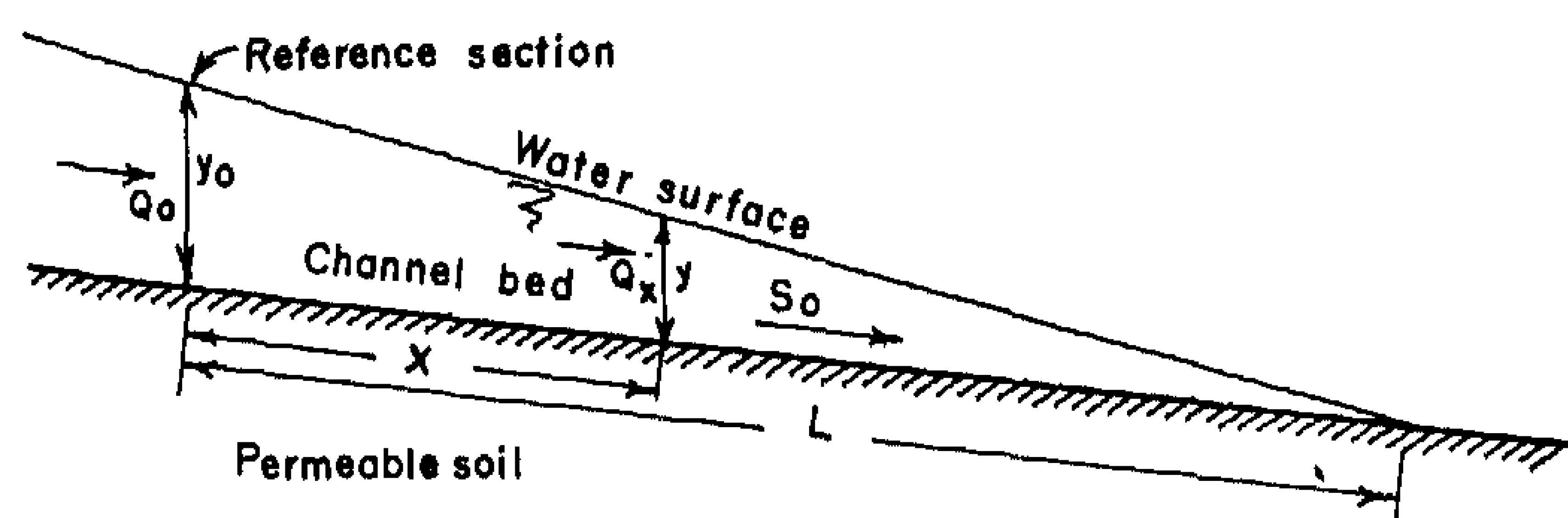



Fig. 7- Longitudinal Channel Section

As shown a reference section for which the water depth, $y_0$, and the discharge $Q_0$ are known is considered. At a general channel section at a distance x down-stream from the reference section the channel discharge is given by :

$$Q_x = Q_0 - \int_0^x q_5 dx \tag{5}$$

in which $Q_x$ is the channel discharge at a general section , $Q_0$ the channel discharge at a reference section and $q_s$ the seepage per unit length of channel. In the following , various cases of seepage from partially lined channels are considered.

### 1- Channels with the Sides Lined:

In this case Eq .(5) takes the form

$$Q_x = Q_0 - \int_0^x q_{SL} dx \tag{6}$$

The following treatments are classified according to b/y ranges as given below.

### A- For $0.05 \le b/y \le 0.5$

Substitution of $q_{sl}$ as given by Eq.1 into Eq .5 yields

$$Q_x Q_o - \int_0^x Ky\left[A_o + A_1\left(\frac{y}{b}\right) + A_2\left(\frac{y}{b}\right)^2\right]dx \tag{7}$$

The simplifying assumption of a straight water surface profile [7,10,11] leads to

$$y = \frac{y_o}{L}(L - X) \tag{8}$$

in which L is the channel length downstream from the reference section . Substituting y as given by Eq . 8 into Eq.7, integrating and rearranging :

$$Q_x = Q_o - \frac{ky_o}{L}\left\{L^2\left[\frac{A_o}{2} + \frac{A_1}{3}\left(\frac{y_o}{b}\right) + \frac{A_2}{4}\left(\frac{y_o}{b}\right)^2\right] - \left[\frac{A_o}{2}(L-X)^3 + \frac{A_1}{3}\left(\frac{y_o}{bL}\right)(L-X)^3 + \frac{A_2}{4}\left(\frac{yo}{bl}\right)^2(L-X)^4\right]\right\} \tag{9}$$

### B- For $b/y > 0.5$

In this case the discharge at a general section may be evaluated from

$$Q_x = Q_o - \int_0^x Ky\left[B_o + B_1\left(\frac{y}{b}\right) + B_2\left(\frac{y}{b}\right)^2 + B_3\left(\frac{y}{b}\right)^3\right]dx \tag{10}$$

Following the same procedure followed in establishing Eq.9 we get

$$Q_x = Q_o - \frac{Ky_o}{L}\left[L_2\left(\frac{B_o}{2} + \frac{B1}{3}\left(\frac{Y_o}{b}\right) + \frac{B_2}{4}\left(\frac{y_o}{b}\right)^2 + \frac{B_3}{5}\left(\frac{y_o}{b}\right)\right)^3\right] - \left[\frac{B_o}{2}(L-X)^2 + \frac{B_1}{3}\left(\frac{Y_0}{bL}\right)(L-X)^3 + \frac{B_2}{4}\left(\frac{y_o}{bL}\right)^2(L-x)^4 + \frac{B_3}{5}\left(\frac{y_0}{bL}\right)^3(L-X)^5\right] \tag{11}$$

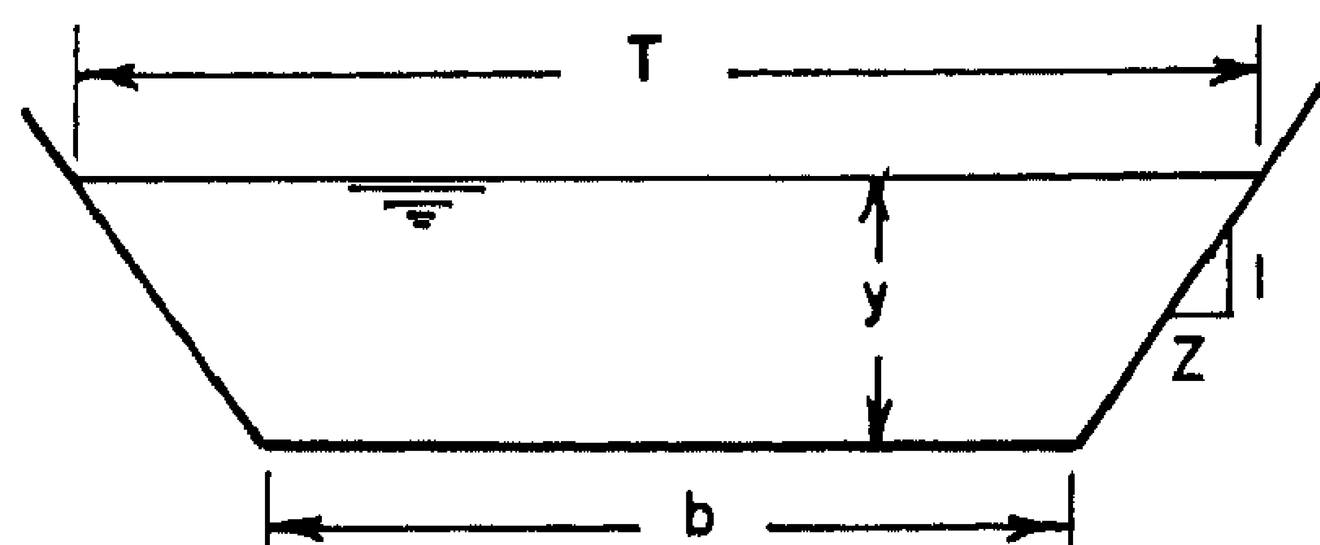



Fig. 3- Trapezoidal channel section

upper bounding curve corresponds to the most practical z values and the authors found that the following polynomials successfully represent this curve.

**A- For 0.05 ≤ b/y ≤ 0.5 :**

$$\frac{q_{SL}}{Ky} = A_o + A_1\left(\frac{y}{b}\right) + A_2\left(\frac{y}{b}\right)^2 \qquad (1)$$

in which

$A_o = 3.1076111$, $A_1 = -0.2657083$ and $A_2 = 8.9513889 \times 10^{-3}$

**B- For b/y ≥ 0.5 :**

$$\frac{q_{SL}}{Ky} = B_o + B_1\left(\frac{y}{b}\right)^2 + B_2\left(\frac{y}{b}\right)^3 + B_3\left(\frac{y}{b}\right)^3 \qquad (2)$$

which

Bo = 15.411702, B1 = - 38.662684 , B2 = 37.202545 and B3 = -10.535563

**2- Channel with the Bottom Lined**

Subramanya et al . [15] considered the three seepage cases shown in Fig. (4) . Their mathematical results in comparison with those for unlined channels are provided in Fig. (5). qu and $q_{BL}$ are the seepage per unit length for unlined and bottom lined channels, respectively. Solid curves are for case (a) of Fig.(4) whereas dashed curves are supposed to represent cases (b) and (c). The authors provide the curves of Fig.(6) to give the direct variation of the seepage ratio $q_{BL}/Ky$ with b/y. In plotting Fig.(6) the authors considered the analysis provided by Vedernikov [4] for seepage from unlined trapezoidal channels. To arrange for the following analysis the authors provide the polynomials to represent the curves of Fig. (6).

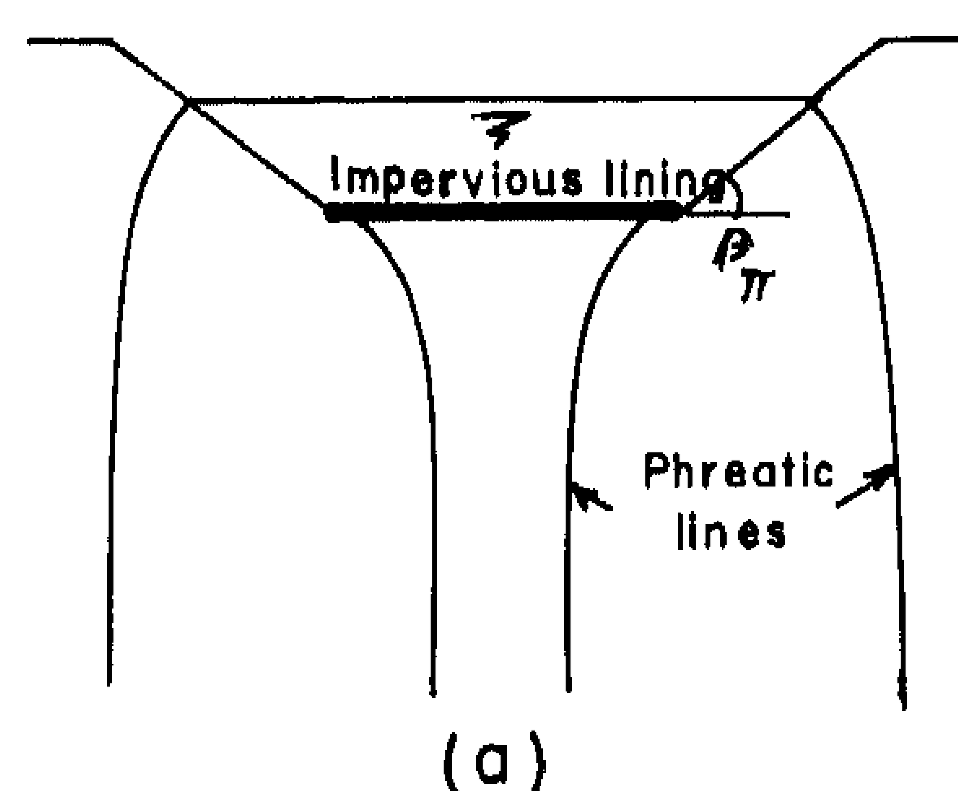
**C- For 0.05 ≤ b/y ≤ 1.6 :**

$$\frac{q_{BL}}{Ky} = C_o + C_1\left(\frac{y}{b}\right) + C_2\left(\frac{y}{b}\right)^2 \qquad (3)$$

in which $C_o$, $C_1$ , $C_1$, and $C_2$, are given in table 1 for various values of Z.

Table 1.

| Z | $C_0$ | $C_1$ | $C_2$ |
|---|---|---|---|
| 1.0 | 4.0312564 | 0.6087334 | $-2.99898\times10^{-2}$ |
| 1.5 | 4.713946 | 0.637046 | $-3.098717\times10^{-2}$ |
| 2.0. | 5.238624 | 0.9261454 | $-4.475383\times10^{-2}$ |
| 2.5 | 6.211 | 0.7234605 | $-3.491419\times10^{-2}$ |
| 3.0 | 6.8337578 | 1.0988964 | $-5.26542\times10^{-2}$ |



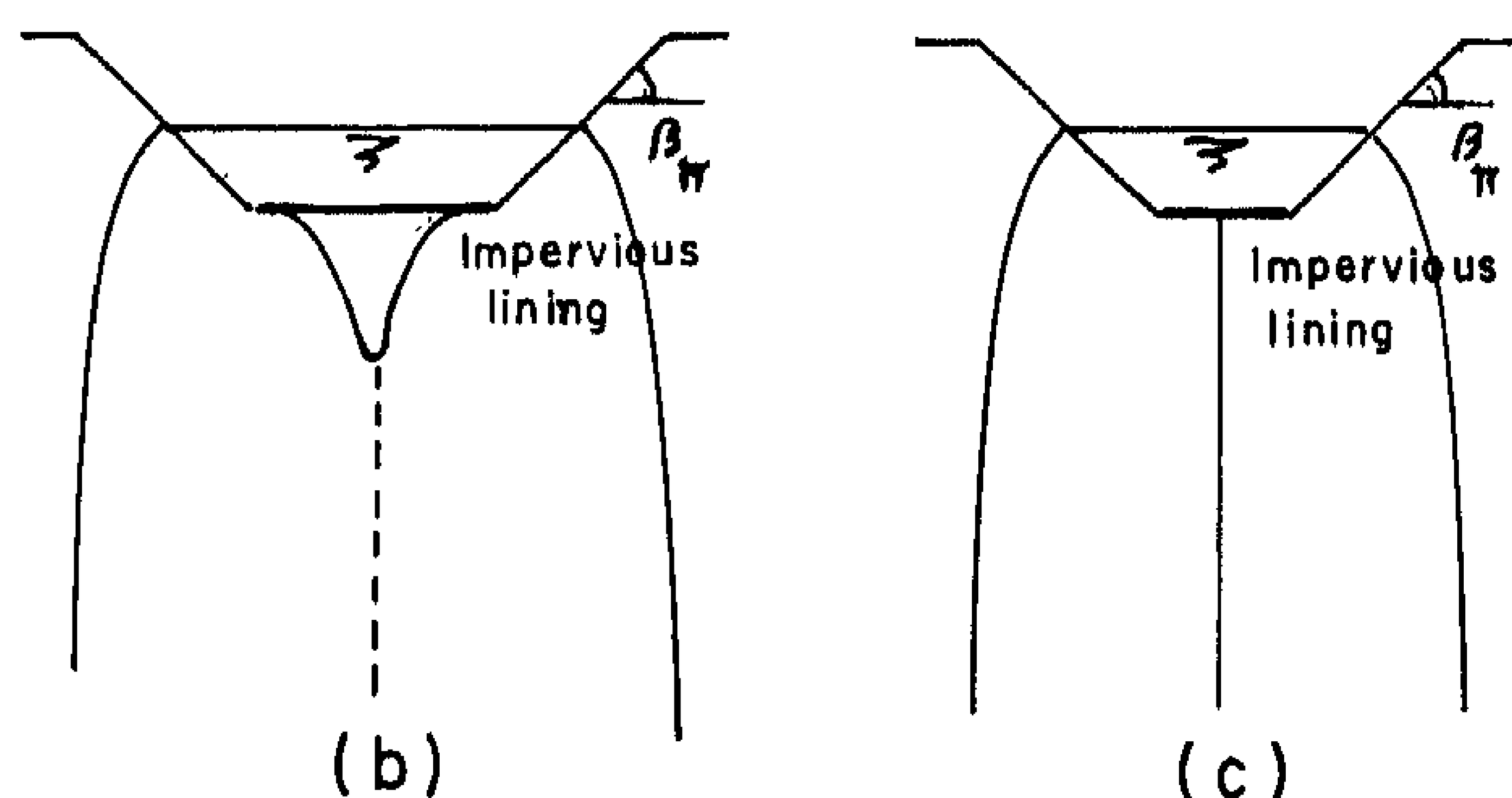




Fig. 4 - Flow domains for cases a, b, and c.

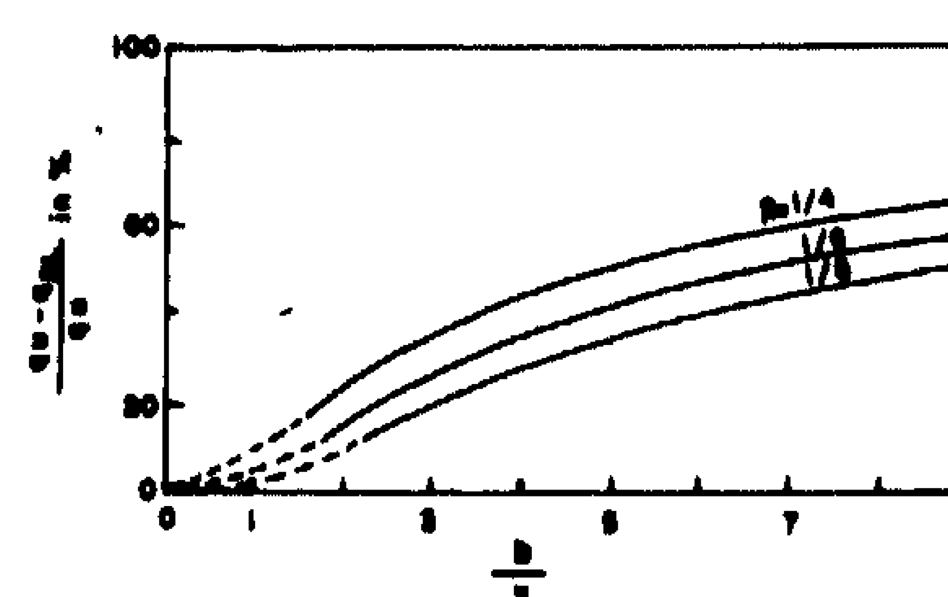


Fig. 5- Variation of percentage reduction in seepage due to bottom lining with b / y for various values of β

**D- For b/y ≥ 1.6 :**

$$\frac{q_{BL}}{Ky} = D_o + D_1\left(\frac{y}{b}\right) + D_2\left(\frac{y}{b}\right)^2 + D_3\left(\frac{y}{b}\right)^3 \qquad (4)$$

# EVALUATION OF THE LENGTH OF A PARTIALLY LINED CHANNEL

By
Ahmed I. Al-Amound* and Helmi M. Hathoot*

## ABSTRACT

The case of a partially lined trapezoidal channel excavated in a highly permeable soil of infinite depth is investigated in this paper. The results of an earlier research are Modified and used in establishing equations for estimating channel length downstream from a reference section and channel discharge at a general section. The above mentioned equations are provided for channels with side lining as well as for those with bottom lining. The solution of a numerical example shows that equations are simple and practical. Inspection of a number of graphs illustrates the effect of various parameters on the channel length, distribution of discharge along with channel the lining efficiency for both bottom lined and side lined channels

## INTRODUCTION

Many investigators have studied the problem of seepage from open Channels into surrounding soils from different approaches [ 4,13 ]. Seepage taking place per unit length of channels was investigated by Vedernikov [4], El-Nimr [1], Hammad [2,3], Hathoot [8,9] and others. Seepage per unit length of trapezoidal channels with side or bottom lining was studied by Subramanya et al. [15]. Studies on longitudinal water profiles for channel subject to seepage losses were provided by Hathoot [6,7, 10, 11] and Schropp and Fontijn [14]. The above mentioned studies by Hathoot were based on the simplifying assumption of a straight profile, which proved to be practically valid, Hathoot et al [5,12 ].

The objective of this paper is to provide a study on the effect of partial lining of trapezoidal channels on the channel length and discharge considering a longitudinal profile.

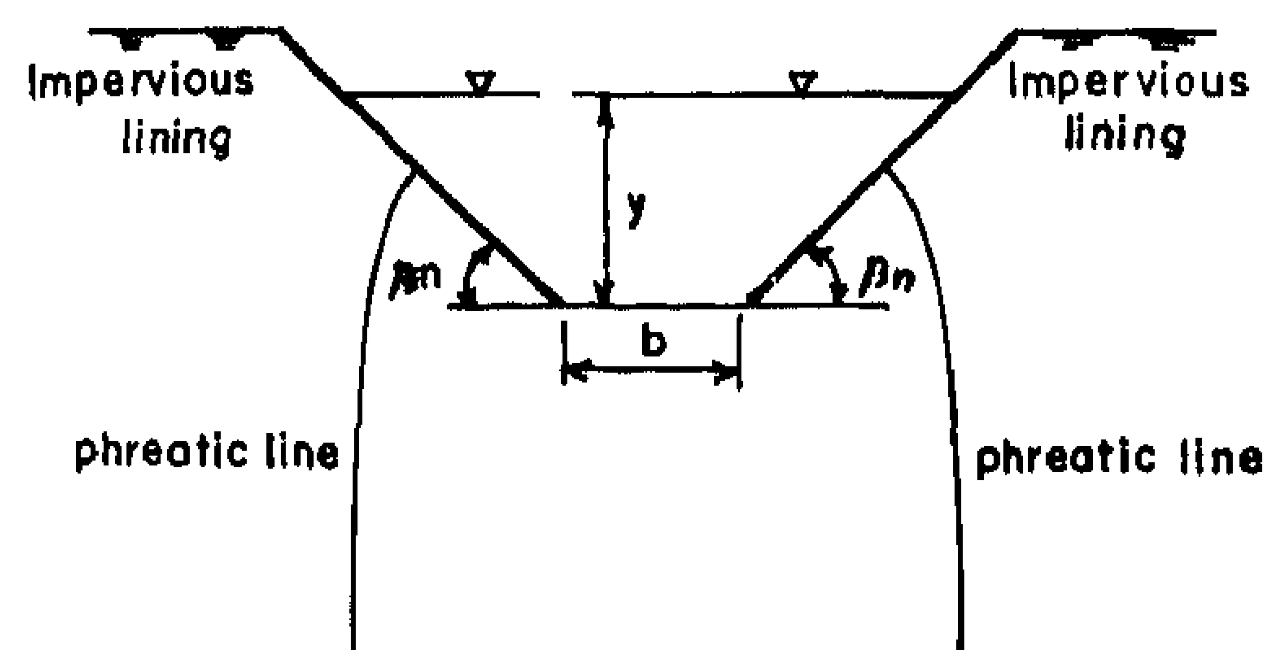



Fig. 1- Flow domain for a channel with the sides lined.

## PARTIAL LINING

Subramanya et al . [15] provided mathematical solutions for two cases of partial lining: Channels with sides lined and bottom unlined and channels with bottom lined and sides unlined. In the following each of the two cases is individually considered.

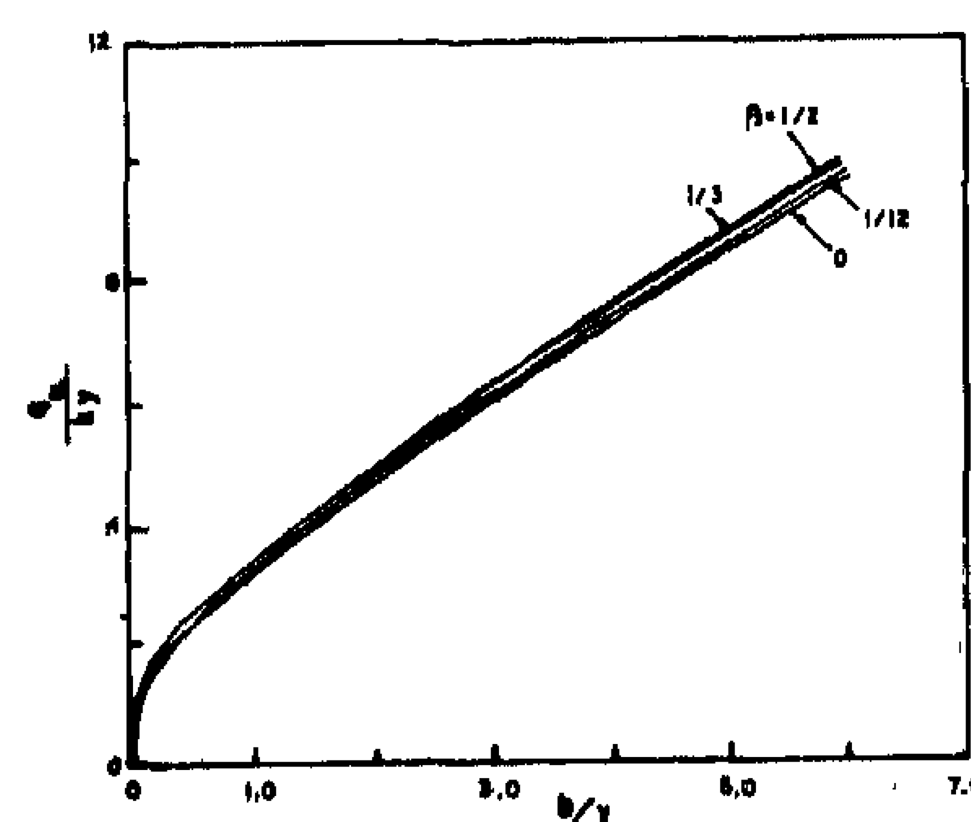



Fig. 2- Variation of q/(ky) with b/y β for channels with the sides lined

### 1. Channels With the Sides Lined

For this case the flow domain and phreactic surfaces are shown in Fig. (1). The complicated mathematical solution is graphically presented in Fig.(2) which provides the variation of $q_{SL}$ / Ky with b/y for various side slopes. $q_{SL}$ is the seepage per unit channel length, K the hydraulic conductivity of the oil, y the water depth, b the bed width and $\beta_\pi$ the side angle, in radians. In practice the value of z, Fig. (3), is used to express the side slopes rather than $\beta_\pi$. In Fig. (2). the

* Dept. of Agric. Engrg., College of Agriculture, King Saud Univ., P.O. Box 2460, Riyadh 11451, Saudi Arabia.

**Second: Developing a Strategy for Efficient utilization of Scarce Resources**

Realizing that public enterprises have acted as a failing " welfare" system over the last decades, is a crucial first step on the road to reform. They have produced generations of unproductive labor . Breaking the cycle of unproductivity, and dependence, requires radical structural reform in public sector enterprises. Privatization is a viable alternative for many of these enterprises . For other enterprises, however, reform is the only option.

Reform of public enterprises is long overdue. Reform should be done on two levels : the individual and the organization. Improved accountability at all levels of government and increased autonomy of managers would greatly improve conditions of these enterprises . However, these two elements; autonomy and accountability, should not be implemented separately as autonomy without accountability would lead to more inefficiencies. Also , the shedding of unnecessary labor is a difficult but necessary measure.

Another necessary measure is the reevaluation of counter - productive policies that have proven destructive to the economy, and development of other social policies that distribute social benefits based on need .

**Third: Developing a Strategy for Institutional and Technical Reform**

The success of an urban transportation policy, will depend on the existence of a co-ordinated decision making process. Restructuring the fragmented decision-making mechanism in the city could be done by creating a single authority responsible for initiating transportation policies in the city . The authority would consist of representatives of the various agencies currently involved in the process. The authority would focus on setting defined goals for project implementation, improving project planning methods, and assessing immediate and future needs of the city. That authority should be strong and internally cohesive. Securing political support for the organization's action is crucial to its survival and effectiveness. A political support that does not interfere or impose but allows the authority to operate at a degree of independence, is probably the ultimate challenge that authority will face.

## CONCLUSION

It is apparent that treating a symptom is only dealing superficially with the problem. An effective treatment of the transport problem starts first by dealing with the real ills that have afflicted the Egyptian society. Effective treatment does not lie in programs that control congestion, temporarily relieve traffic flow or that satisfy a yearning to project a " world class" city image.

A clear cut solution to the transportation problem as well as other numerous problems that afflict Cairo is a national development strategy that emphasizes population redistribution and control, as well as efficient utilization of resources.

## *REFERENCES*


*1-Cairo University Team, "The Expanding Metropolis, Coping With The Urban Growth Of Cairo" Proceeding of Seminar, Cairo, Cairo University, 1984.*

*2- El Hawary Associates and JMP Consultants Ltd. " Inter- city and Urban Transport Interchanges . Study in Greater Cairo", Final Report. Vol. # 1. Cairo , 1986*

*3 -Dimitriou, Harry and George Banjo (eds.) "Transport Planning for Third World Cities ", London, Routlege, 1990*

*- Marcia D. Lowe. "Alternatives to The Automobile: Transport For Livable Cities" Ekistics ,November 1990.*

*-A. Lashine, C.R Eastman, and El-Hawary, "The Development and Growth of Private Sector Public Transport in Cairo". Traffic Engineering & Control, July/ August 1987*

*4- Cook , Paul and Colin kirkpatrik " Privatization in Less Developed Countries ". Great Britain, St. Martin's Press, 1988.*

*5- El- Nagger, Said, " Privatization and Structural Adjustment in the Arab Countries" . Washington D.C, International Monetary Fund, 1989.*

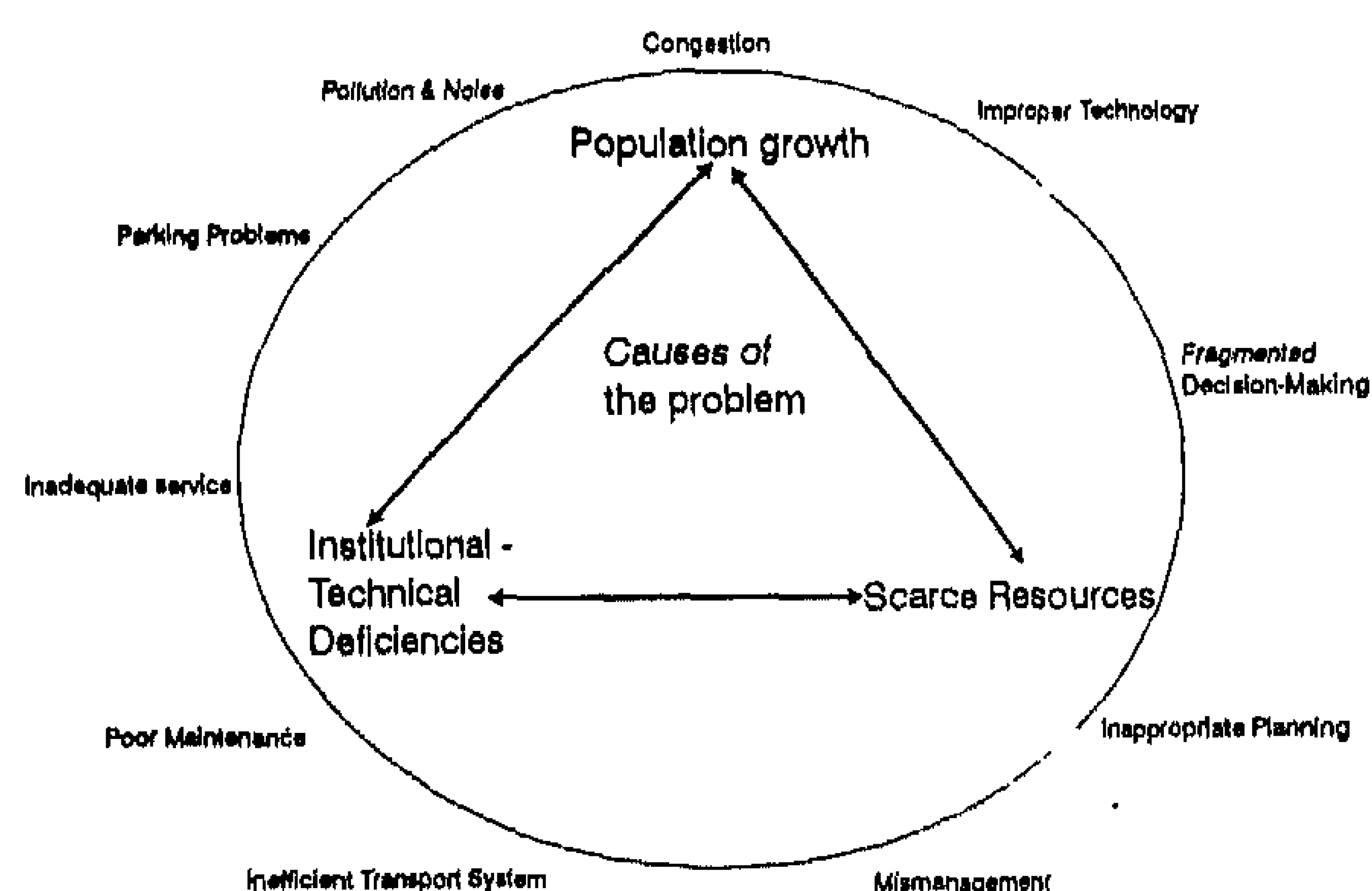
*6- Meyer Michael D. , and M.S. Nour Eldin, " Parking Management as a Component of Urban Transportation Policy in Developing Countries : The Case of Cairo , " Traffic Engineering and Control" , Vol. # 22n 11, P.604.*

*7- Central Agency for General Statistics ; " Population and Housing Census"., 1986 .*

Therefore, the majority of the population is totally dependent on public transport and is expected to remain so in the foreseeable future.

### 6- Parking Problems

Parking problems have become so serious, especially in the city center. Illegal parking is unavoidable . Double and triple parking became very common. It adds to street congestion and causes inconvenience to other drivers and parkers. Parking problems have extended to non - central areas and are greatly contributing to mobility obstruction in the city .




The vicious cycle of urban transport problems

### 7- Pollution And Noise

Pollution has reached very serious levels in Cairo. In fact Cairo is one of the worst cities in the world in noise and pollution levels. The costs incurred in terms of health and productivity are incalculable.

### 8- Deteriorated Levels Of Street Maintenance

The lack of funds has greatly contributed to the poor conditions of roads . The poor maintenance of sidewalks has forced pedestrians on the streets leading to the unusual mix of pedestrians and vehicles on the city's roads. This has further complicated the congestion problem and created a challenge to policy makers.

## PLANNING FOR THE FUTURE

Outlining a national development strategy that focuses on treating the cause or rather the root of the problem( population growth, scarce resources, institutional and technical deficiencies) should be every policy maker's goal

### First: Developing a Population Control Strategy

The realization that Cairo is growing every day at an alarming rate is a crucial first step . A significant part of that growth is through natural increase. Thus, if formidable walls are built around Cairo declaring it a closed city, it will still grow from within. Family Planning Campaigns over the last years attempting to educate the public on the individual and collective harmful effects of a large population, have not achieved desired goals. What could be done to control population growth?

### 1- Changing Social Behaviors

For the ,most part, most Cairians view a large family as a symbol of status and power. A long held belief associates a large family with some kind of pension or security for old age. So far family planning efforts have failed to significantly change social behaviors and deeply held beliefs regarding large families .

Thus, it is imperative at this point that the government enacts a legislation that provides free education ( primary, secondary, and higher education ) only for first two children in the family . This will not only shift some of the burden of financing education from a burdened government but will also force parents to recalculate their plans. Similar legislation could be enacted on almost every front to convey a clear signal that the government could no longer shoulder the responsibility of an exploding population, but this responsibility will have to be shared. Other similar social benefits provided generously must also be reconsidered, and limited.

### 2- Population Redistribution

Certainly it is not a new concept . It is probably the most voiced concept in Cairo. Every policy maker knows that it is the answer to Cairo's problem. However, so far, this knowledge has never been translated into meaningful action. What will it take to move people out of Cairo to other Egyptian cities and towns where quality of life is continuously deteriorating and where jobs are scarce . What will it take to stop people from migrating to a city overburdened and on the verge of collapse.

The answer obviously lies in investment redistribution . Due to its importance as a capital, and the enormous problems it faces, Cairo has been receiving the lion's share of investments for decades , This led to a systematic neglect of other cities and towns. It is time to abandon this short-sighted policy and adopt a more national - oriented outlook. It is time to reinvest in the national economic, educational, and political systems. A national development strategy should focus on creating self sufficient villages, satellite towns, and support cities -- cities, towns, and villages, with decentralized decision making mechanisms, capable of preserving their own residents and competing with Cairo in attracting residents.

Bridges might temporarily improve traffic flow. However, they greatly encourage the use of low-occupancy private vehicles , especially in the city center, thus, causing more congestion in the long run.

This phenomenon is also due to the fact that officials who are mostly upper or middle class are themselves private automobile users in a society that views the use of private vehicles as a sign of prestige and success. Therefore, it is natural that the policies they initiate would be designed to benefit this segment of the population. Policies formulated are mostly partial and serve the needs of the minority.

**3- Inappropriate Planning**

Cairo has been developing very rapidly over a relatively short period of time. Government's response to this rapid grow was, and still is, building more bridges, more roads, purchasing more buses, more cars and recently building an underground metro system which swallowed millions of dollars and paralyzed the city for months. While the city seems in great need of these capital intensive projects and they seem effective in temporarily relieving traffic congestion, they encourage further concentration of population . They do not encourage the movement of people outside the city but are rather attracting more people to the city. Such "solutions" are merely providing short term remedies to a symptom ; namely, congestion rather than a clear cut treatment of the real cause; population concentration .

An example of failed strategies is the attempt to solve parking problems in the central Business Districts (CBD) through the adoption of a parking management scheme. The scheme introduced a " controlled Parking Zone" with 1775 on - street metered short-term parking spaces in the CBD, 2500 long- term parking spaces in garage complexes, 2000 spaces parking lots on the northern and eastern fringes of the zone, and 725 parking spaces in the outlying fringes of the south and west of the CBD. This experience has proven that the increase in parking supply led to increased volumes of traffic entering the city and thus more congestion.

However, it should be mentioned that although some of these projects have encouraged automobile growth and congestion instead of controlling them, others have been successful in greatly improving traffic flow and temporarily preserving the livelihood of the city .

**4- Ineffective Traffic Management And Enforcement**

In Cairo, there is a general public disregard for traffic regulations not only by motor vehicle drivers, but by almost all street users. Traffic conflict among fast moving motorized vehicles, slow moving non-motorized animal-drawn or human powered vehicles, and pedestrians forced to the streets due to poorly maintained sidewalks, creates constant struggle for movement. Severe lack of effective traffic management and enforcement mechanism further intensifies the problem.

**5- Traffic Congestion**

Movement in the city has slowed to a crawl. Peak hours occur 3 and 4 times a day. Accident rates are estimated at 80 fatalities and 600 injuries per 10.000 vehicles . Walking times are faster than driving times for most part of the day. Walking times, however, are substantially slowed by congestion and poor maintenance of sidewalks. Traffic congestion which used to be limited to the downtown has now spread to almost every part of the city .

It was estimated that the growth rate of traffic in Cairo was approximately 8% per year and it has been sustained over the period 1972 - 1985. Traffic congestion is worst during peak hours . It has very negative effects on the drivers as well as on the vehicles. It not only causes delays, frustration, and stress for the drivers, with extremely negative effects on productivity, but also increases the operating cost of vehicles . Traffic congestion contributes to the deterioration of public transport's level of service.

A number of factors have contributed to congestion. One of those factors is the existing transport network in GC which was mot originally constructed to handle the current heavy demand. The transport supply infrastructure is insufficient as well as inexpandable, e.g. the roads are inadequate for handling large volumes of traffic and there is little potential for road network expansion because all developable land is already used and the right of way laws do not exist. Moreover, the road network is orientated towards the city center. Thus, a large number of traffic ends in the city center.

Another factor is the massive increase in car ownership. Frustrated by a poor transportation system, encouraged by increased personal income, and motivated by images of status and prestige that a personal vehicle is believed to convey, a considerable proportion of the population turned to private vehicle use.

Car ownership in Cairo has increased at an annual rate of 17%. This means that the number of vehicles doubles every 4 years. Despite the increase in car ownership, still only 2 families in 10 have access to a private car. Outside Cairo, the proportion is even lower.

Furthermore , Greater Cairo (GC) is in the jurisdiction of three different governorate; Cairo, Giza , and Qalubia. This further complicates the decision making process, as these governorates often adopt independent measures . The existence of these numerous organizations and the absence of a unifying co-ordinating authority, result in poor communication, confused responsibilities, conflicting decisions which greatly hamper immediate and effective response to problems.

## SYMPTOMS OF THE PROBLEM

### 1-Inefficient Operation of the Public Transport System

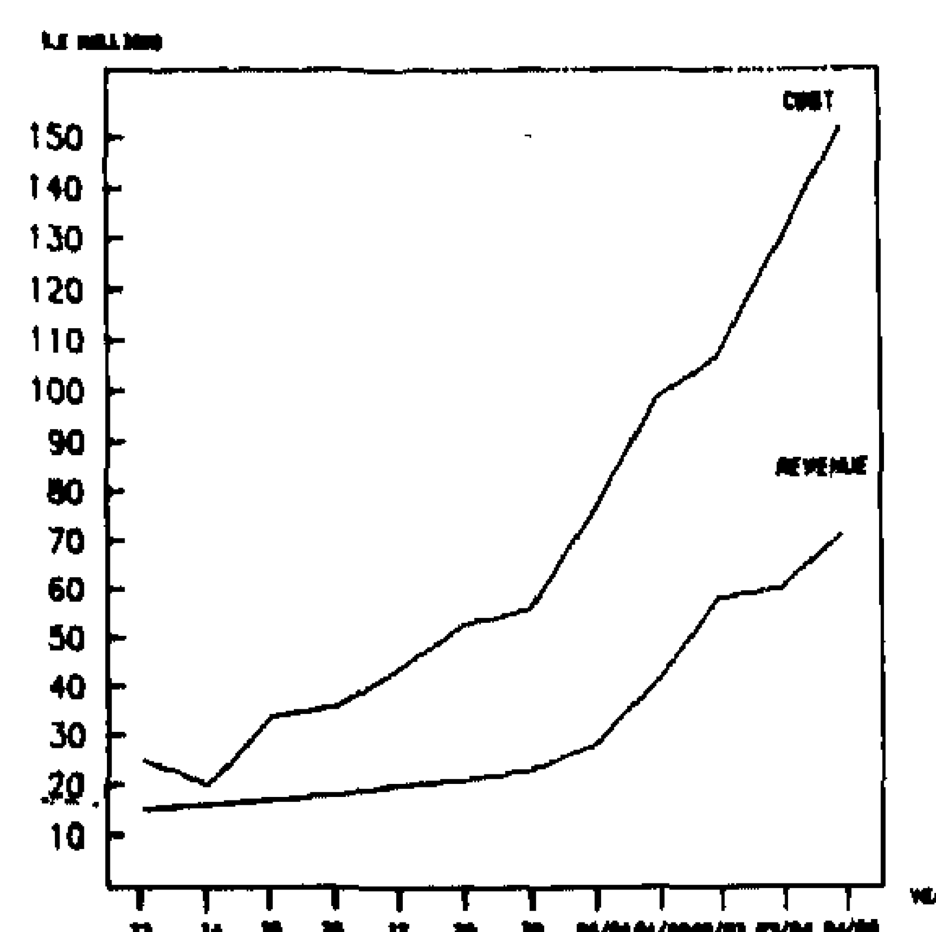
Public transportation services in Cairo are mainly provided by Cairo Transit Authority (CTA) , a publicly owned transportation organization. Buses are overcrowded to the extent that passenger safety is seriously endangered. They are poorly maintained, inadequate and unreliable.

In 1983 , the total number of buses operated by CTA was 2,454 . Availability was 69% passenger per operating bus per day. The system could not accommodate the high levels of demand, thus productivity has seriously declined.

Fare limit policies, for example, are designed to provide assistance to low - income people. Hence, Transit fares are kept at an uneconomical low rate. In 1983 , a typical 5 km fare was $ 0.07. Total costs per passenger km were $0.01. Furthermore, due to overcrowding, many fares are not collected. However, the costs of providing these services were rising and revenues were low . In 1983 , annual operating costs of bus services were $ 60.41 million . Annual operating revenues were $ 36.19 million .

To ensure the continuation of these money-losing operations, huge subsidies had to be provided. The existence of subsidies removed the incentive to reduce costs and increase revenues. This led to inefficiency, deficits, and the need for additional subsidies; a burden the developing economy could not afford. The financial costs involved in adopting this policy are massive and do not justify the benefits . It is a misallocation of scarce resources.

Furthermore , a policy of guaranteed jobs to graduates in the public sector, has led to extreme overstaffing of this sector. The low productivity rate recorded by its work force was not only a function of overstaffing ( In 1983, there were 14.5 operators assigned to each bus) and low wages, but also a result of a social system that protected those employees no matter how inefficient they were . With the lack of profit motive and staff accountability, the results were extremely negative.




Cairo Transport Authority cost and revenues

With economic goals, ( mobilization of resources and development ) contradicting with political objectives (distribution of income & social equity ) , the public sector in general became infested with low productivity . Structural distortions of public enterprises stem from the fact that they lack the incentive to strive for cost-effectiveness or compete for revenues. The monopoly status of these organizations eliminate competition. They lack the flexibility and responsiveness to change and demand.

In short, there are severe deficiencies in both the quality and quantity of the services provided. This is clear from the overcrowded buses seen throughout the city. The system provides irregular unreliable services . Regular maintenance of buses is almost non-existent. The frequent breakdown of buses on busy city streets leads to further congestion. The lack of funds exacerbated by management deficiencies constrained the ability of the government to improve quality of the services provided.

### 2- Transfer of Inappropriate Technology

The copying of foreign high cost standards, that are not necessarily suitable for the developing environment in which they are implemented, led to the neglect of grass root needs, and the adoption of goals that are mismatched with available technical, financial, technological, and institutional resources.

A clear example of misguided priorities is reflected in the allocation of transport funds . Most of the transport investments are not designed to benefit the 80% of urban population who are dependent on public transit in GC . It is designed to benefit private automobile user (15% of the population ). For example, the Transit system's benefits from the construction of bridges are minimal and short-term.

Cairo's population growth. As a major cultural, industrial, commercial and educational center, this capital has acted as a magnet attracting people from all over Egypt looking for job opportunities, education, health care, etc. Approximately, 60% of rural urban migration is concentrated in Cairo . The rate has reached 150.000 migrants annually.

As urban expansion was swallowing the limited cultivable land, rural migration was causing further neglect to the countryside with extremely negative effects on agricultural productions. Egypt has moved from an exporter of grain during the Second World War to a major importer struggling to feed its population.

**2- Scarce Resources**

Population growth at this rate was placing a heavy burden on the resources which remained fixed, leading to sharp continuous decline in economic standards. In 1980, Egypt's average annual Growth National Product (GNP) per capita was $ 760 million , while that of Cairo was $ 580 million . Annual growth rate of GNP was 3.1% . Scarce resources have consistently paralyzed the ability of the government to deal effectively with urban disorders and have suffocated attempts to alleviate the transportation crisis.

**3- Institutional And Technical Deficiencies**

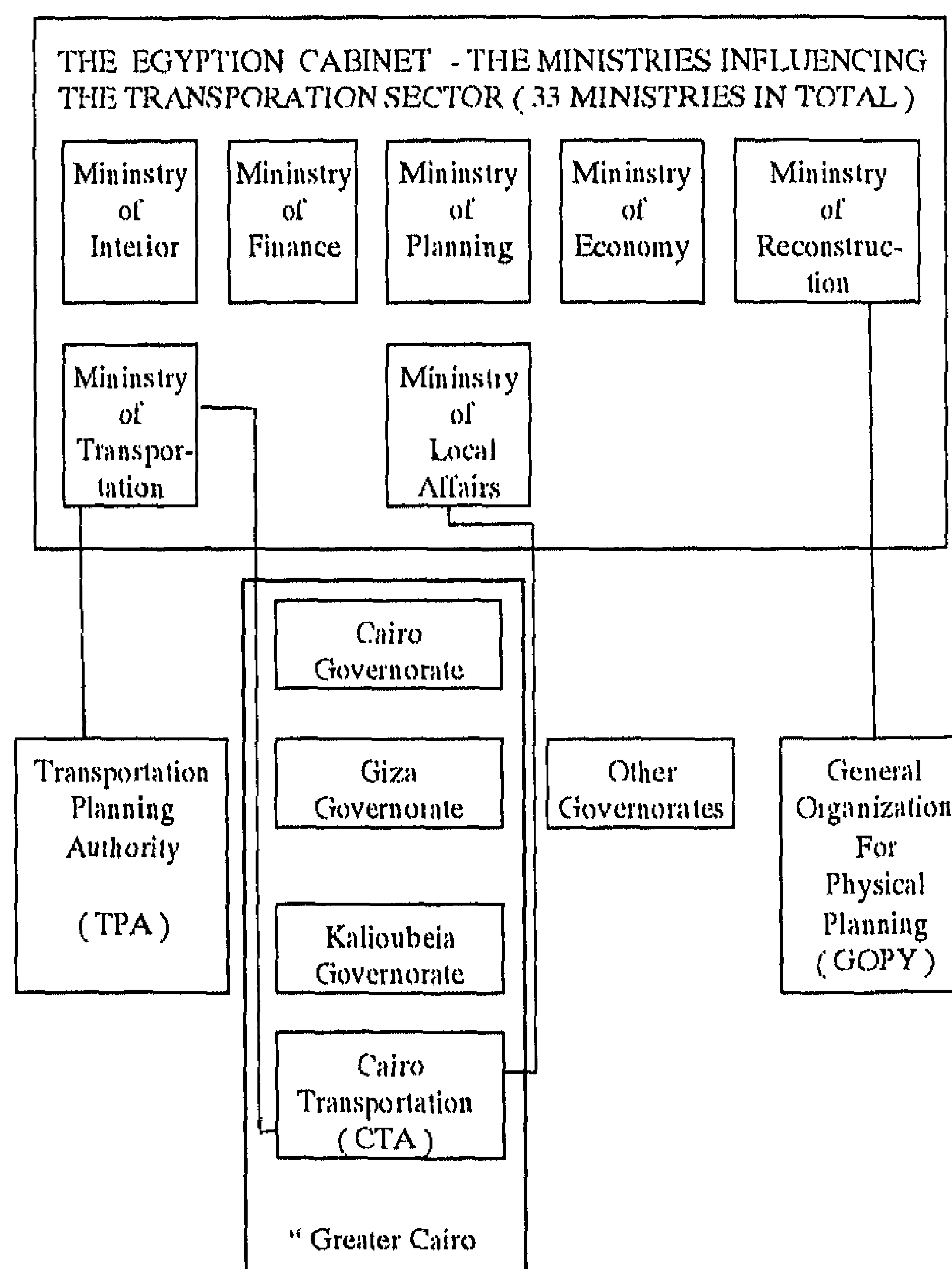
Transportation problems caused by rapid population growth and scarce resources were intensified by institutional and technical deficiencies. The continuous deterioration of Cairo's transportation system can largely be attributed to post performance in handling the rapid growth, adoption of costly polices that drained resources , the lack of appropriate planning.

The roots of existing shortcomings can be traced back to the post-independence era (1950 s). With the adoption..of massive social policies that were intended to overcome social inequities and achieve income redistribution and political reforms, the government embarked on a nationalization process where total domination of the public sector over all economic assets was a national goal. The nationalization of private assets was viewed as a tool of achieving basic social, political, and economic goals.

Socially, expansion of the public sector was believed to ensure just distribution of resources. Politically, control over all national assets was viewed as a crucial element of national security. Economically, the government's stated goal was to improve resources, foster economic growth and development. A system of price control and subsidies was implemented to ensure the realization of stated objectives. Independence policies, though well-intentioned, were unrealistic, placed a heavy burden on the fragile economy, and were largely responsible not for fostering economic growth, but for fostering economic dependence of Egyptians on their government; a dependence that policy makers are now struggling to eliminate.

Urban transportation policies in Cairo could be characterized as inconsistent, and unco-ordinated, due to several reasons. The dramatic expansion of the public sector gave rise to complex, highly centralized , bureaucratic organizational structures . It is unclear who is responsible for the decision making process in Cairo regarding planning of urban transportation projects.

A well-known fact is that "there is no single authority in Cairo responsible for transportation planning, policy formulation , and decision making . There are instead 12 bodies involved in planning, design, implementation, operation, and management of the system. They are involved in solving difficult and numerous day-to-day problems of the transport system. Thus, policy making and evaluation of future plans tend to be neglected " .



Government organizations involved in transpotation project development and implementation in the Cairo metropolitan area

# CAIRO : AMID FORMIDABLE TRANSPORTATION CHALLENGE AND SEARCHING FOR SOLUTIONS.

By
Dr. Ossama Abd Elrahman

ABSTRACT

With exploding population and scarce resources creating a transportation problem, immediate solutions are provided for Cairo. These quick remedies, however , are often part of the problem. Consuming millions of desperately needed dollars ,these " solutions" concentrate on treating the symptom rather than the cause. In two parts, this paper emphasizes that treating the cause, rather than the symptom is crucial to formulating effective comprehensive transportation policies. Part 1 examines causes and symptoms of the problem. Part 2 outlines an overall national strategy for action, a strategy with a focus on the cause .

## INTRODUCTION

Overpopulated , congested , polluted, and inefficient can fairly describe the city of Greater Cairo (GC) . This Egyptian Capital is the largest city in Africa and the Middle East . GC is governed by 3 different administrative bodies , Cairo, Giza, and Qalubia governorates. The inhabited area of GC is approximately 290.000 hectares. Cairo represents 119.6,000 hectares (41%), Giza is 92.000 hectares (34%), while Qalubia represents the remaining 25%.

Average density is estimated at 230.000 persons per sq. km. It is one of the most densely developed cities in the world. In Cairo governorate density increased at a rate of 20% from 1976 to 1986. In 1976 density was approximately 23688 person/sq. km, while in 1986 the figure reached 28258 person/sq. km. In Giza governorate density during the same period increased at a rate of 53% ( from 2248 person/sq. km in 1976 to 3496 person/sq. km in 1986.) In Qalubia, density increased at a rate of 100% during the same period.

GC is governed by three different administrative bodies: Cairo, Giza , and Qalubia governorates. The city's population is currently estimated at 12 millions. Fast growing population intensifies the problem of scarce resources.

A manifestation of this dilemma is clearly reflected in the city's transportation sector . The poor transportation system not only had stifled economic growth but had crippled social and political development as well.

What are the real reasons that led to the current crisis? Is it possible to solve those problems with the available means?

In attempting to answer these questions, studying the causes separately from the symptoms is crucial. Nowadays, Cairo's problems seem to overwhelm policy makers to the extent that Millions of much needed dollars are spent annually on providing remedies to a symptom while the real cause is left untreated . It is only by curing the cause, rather than the symptom , that effective solutions can be formulated.

## CAUSES OF THE PROBLEM

### 1- Fast -Growing Population

This is probably the most powerful contributor to the problem. Enforced mainly by a harsh geography, an extreme unbalance between populated and unpopulated areas was created . Only 3.84% of Egypt's land is habitable and 90% of the population live on this area . Urban growth is constrained by geographic barriers which resulted in large areas of the city having extremely high population densities.

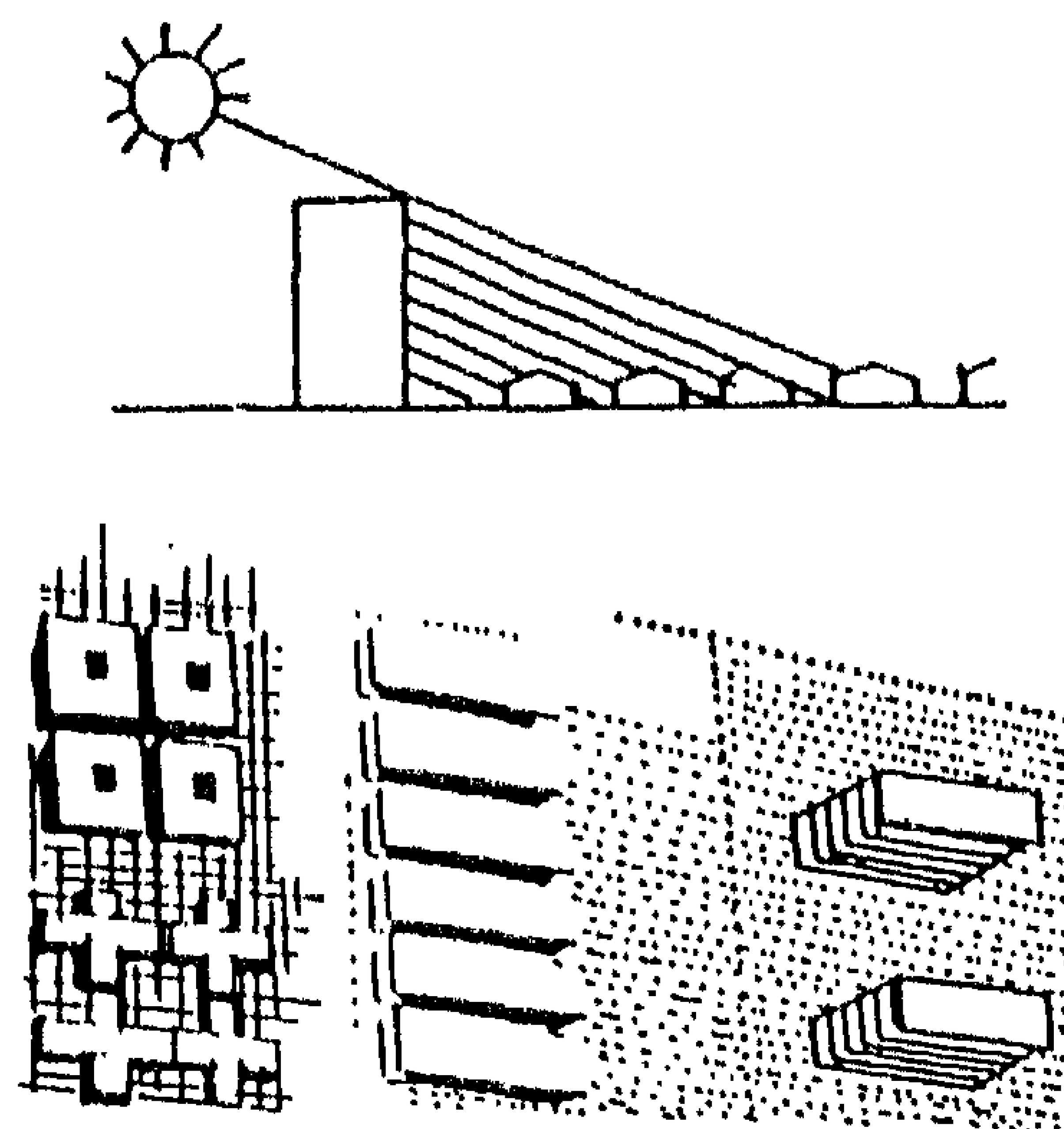
Cairo's population grew from 681.000 in 1907 to 1.3 millions in 1937. Annual growth rate was estimated at 2.2% . This rate skyrocket to 4.1 % by 1960 , When population figures reached 6.2 millions in 1969, then 6.793 . millions in 1976 and 8.762 millions in 1986 . In the year 2000 this figure is expected to reach 16.5 millions.

## POPULATION GROWTH IS DUE TO 2 FACTORS:

a- Natural increase accounts for more than half 56% of Cairo's rapid uncontrolled growth.

b- Migration accounts for the remaining 44% of

make any confusion with the environmental requirements, and comfort living, e.g. as shown in fig. 13.



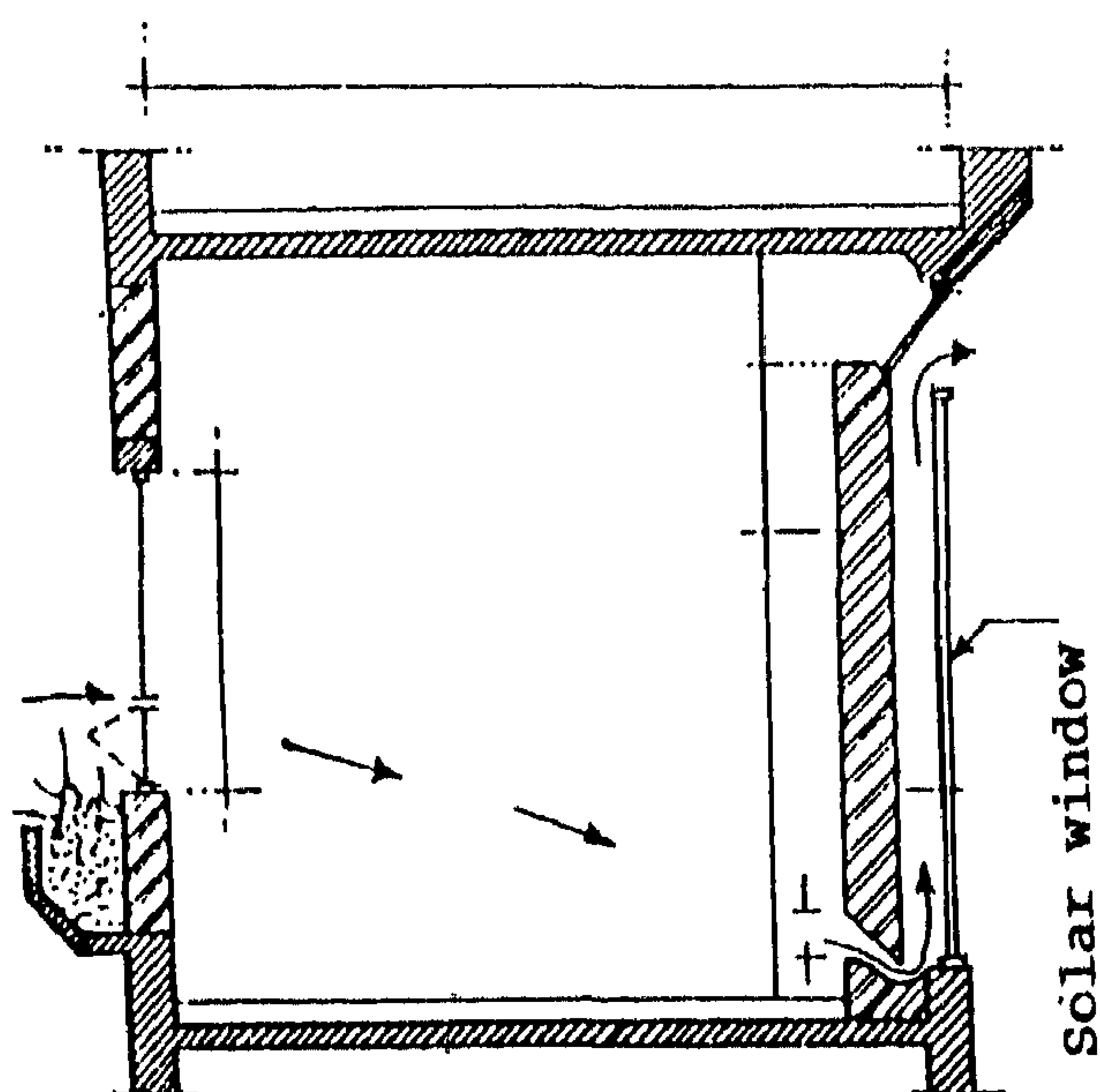



Fig. 11

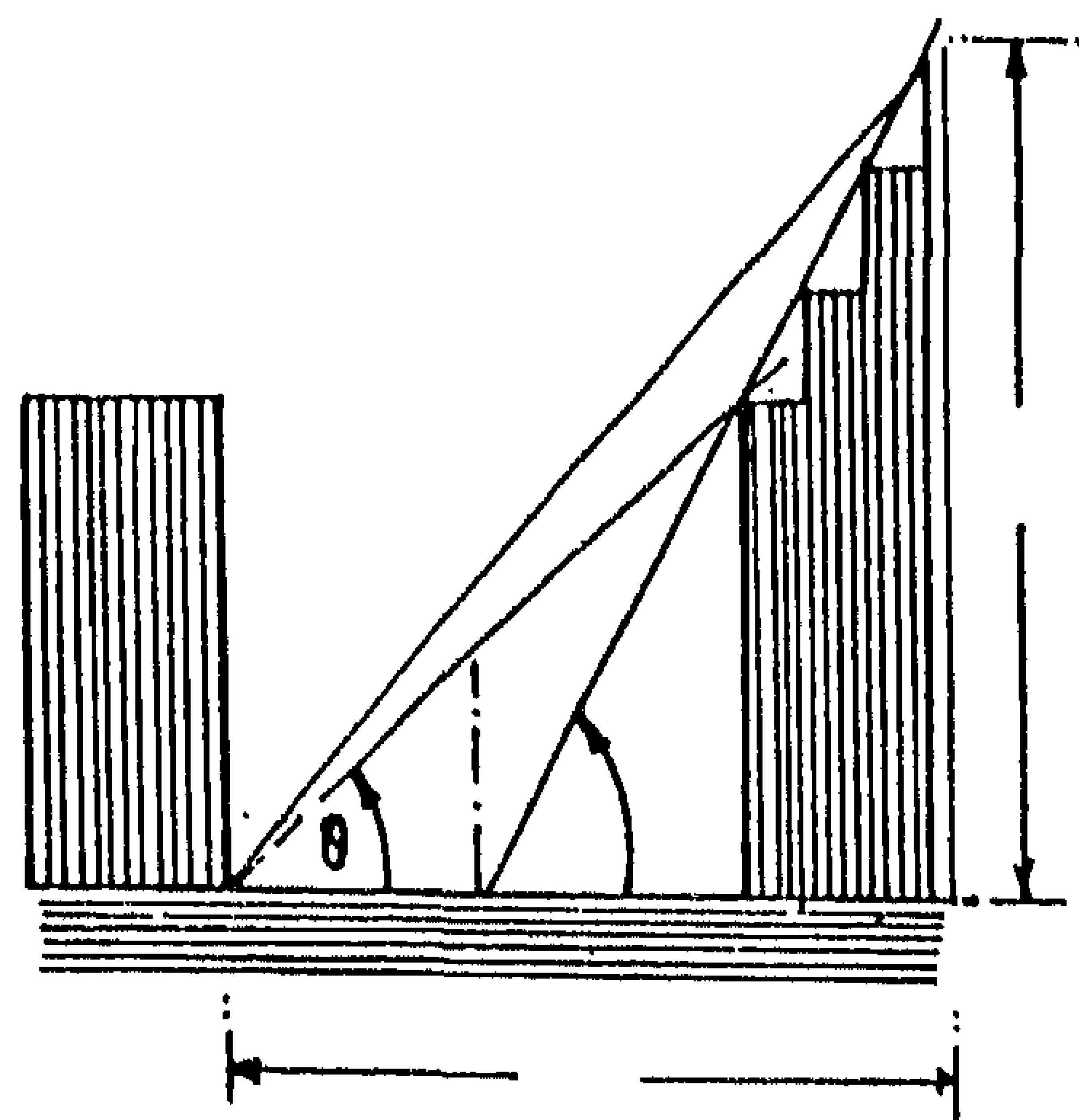



Fig. 12

Fig. 13

*REFERENCES*


*[1] P.Moon, " The Scientific Basis of Illuminating Engineering" McGraw Hill, Inc., 1936.*

*[2] M.K. Gohar, M.S. Yousef, and M.S. Hanafy, " Proposal for a New Community Town Planning Depending on the Natural Resources and Environmental Services", Technical and Scientific Series, 1991.*

*[3] E. Mazria, " The Passive Solar Energy Book, " Rodale Press, 1979.*

*[4] A.J. Davis and R.P. Schubert, " Alternative Natural Energy Sources in Building Design, (Book), Van Nostrand Reinhold Co., 1981.*

through the window :

$$W = D\left[\tan\theta_s - \tan\theta_w\right] \quad (3)$$

$$A = D \tan \theta_w \quad (4)$$

Figure 7 shows how to use deciduous trees to give the required shade during summerdays ( Fig. 7a ); while they permit solar energy to pass during winter times as their leaves will fall during such a time ( Fig. 7b). Another different application of a direct solar gain concept shown in Figs. 8 and 9 for the Maxamillian's Restaurant [3] , where the solar skylights could supply a major portion of its winter heating needs and a natural cooling to meet its summer cooling loads.

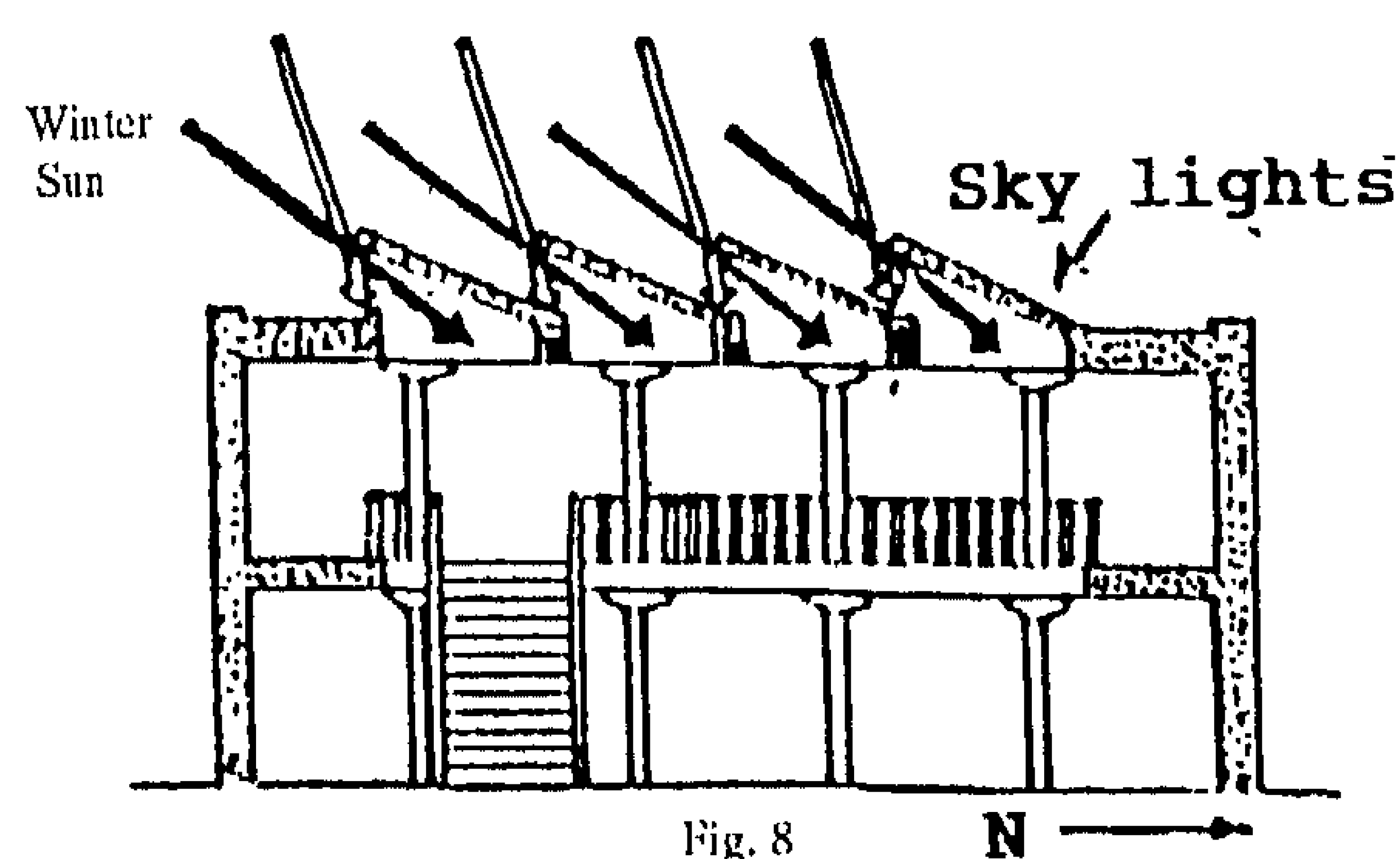



Fig. 8

### c) Ventilation and Cooling

Ventilation conditions inside a building have direct influence on the health , comfort, and well being of the occupants . Referring to Fig. 9 it has been indicated that the air flow within an internal space due to the thermal forces caused by temperature gradients between indoor and outdoor air is given by equation (5) [4]

$$Q = KA \quad H(\theta_i - \theta_o) \quad (5)$$

Where : Q = rate of air flow , A = area of inlet , H = height between inlet and outlet , $\theta_i$ = average temperature of indoor air at height "H" , $\theta_o$ = temperature of outdoor air , K = a value dependent upon outlet to inlet relationship .

As shown in fig . 10 convenient types of trees and shurbs placed at proper distances could be used to control the air flow passing in or by passing the building under consideration . In such case , the following advantages could be gained :

1- The air will be cooled when it passes by the shades of the trees before it passes through the building .

2- Trees are one of the practical and convenient means used to purify polluted air .

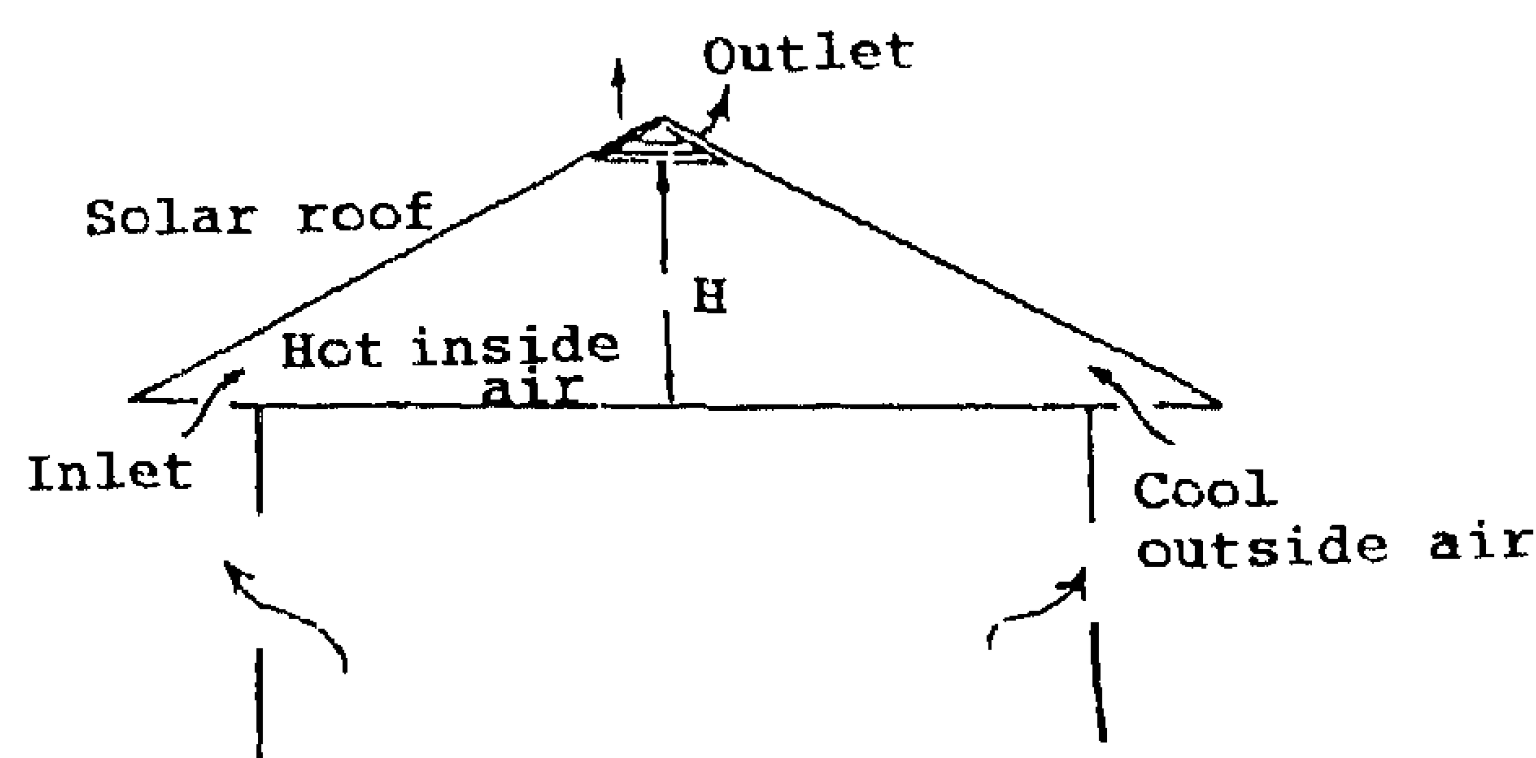



Fig. 9 a.

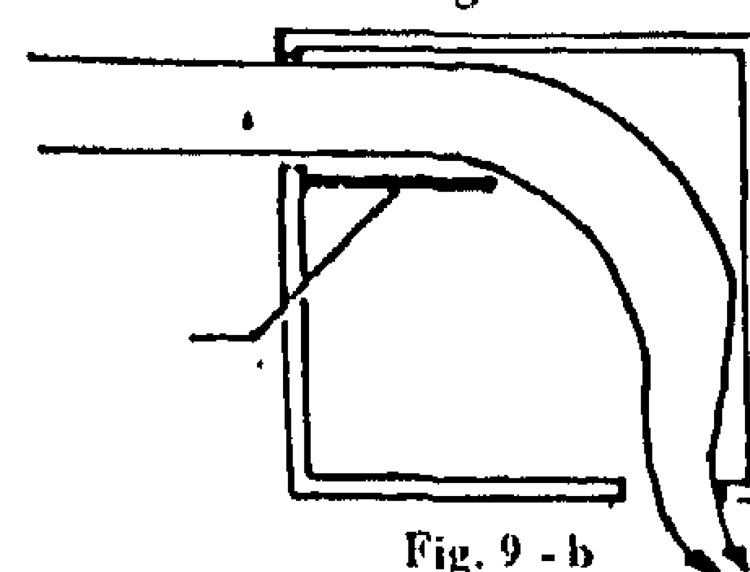


Fig. 9 - b

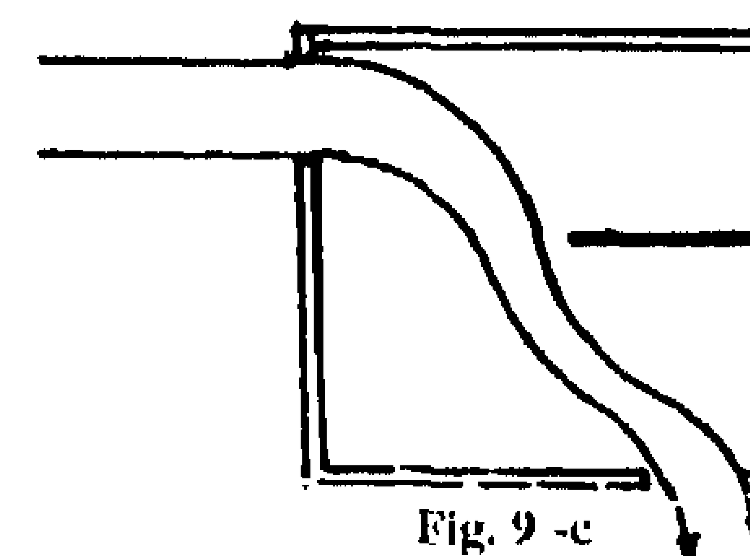


Fig. 9 -c

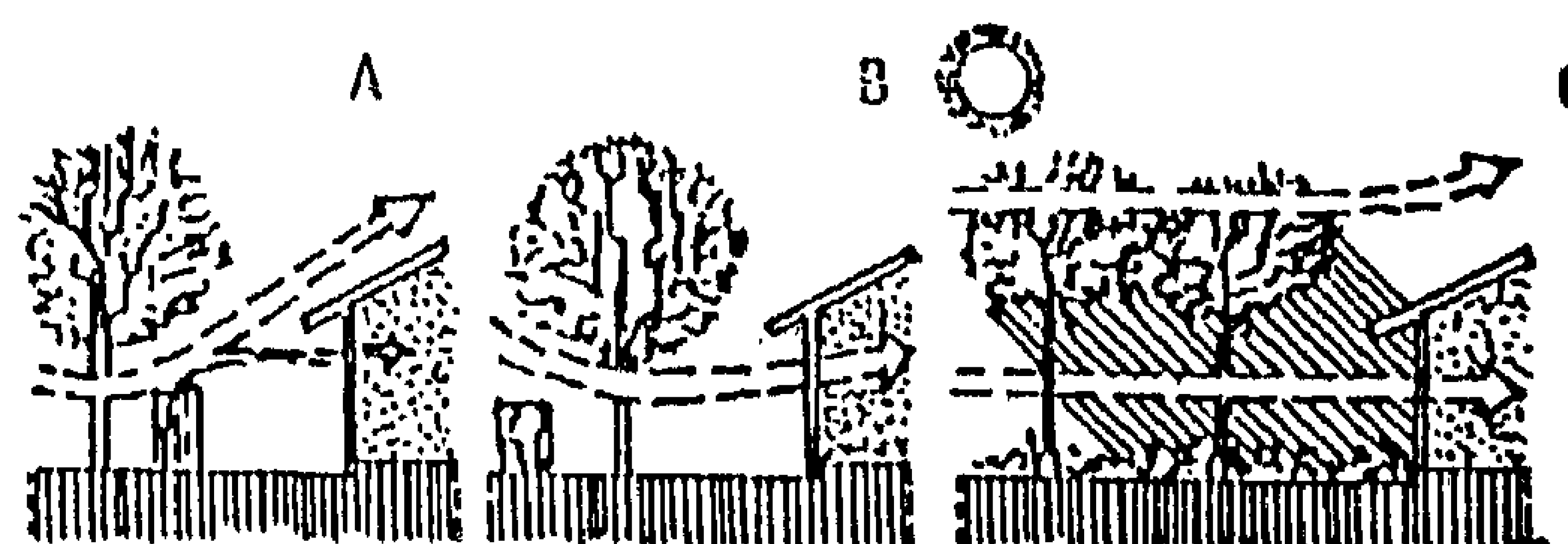



Fig. 10

3- some types of trees or shurbs which have a nice smell could be used to improve the quality of air used for ventilating the builiding . (see for example fig. 11)

## TOWN BUILDING PLANNING

Referring to fig. 12 it could be seen that natural daylight passing through the windows may be altered according to the arrangements of the neighbouring buildings , so the buildings in the site under consideration shoud be constructed within certain rules and town planning regulations demonstrating the admitted shapes , hights , a arrangements and separation distances between the buildings which will not

$$\frac{Ey}{L} = \frac{1}{2\pi}\left[\beta - \beta_1 - \cos\gamma\right] \qquad (2)$$

Equations ( 1 and 2) are found to be in good agreement with the experimental results when applied to room "A" in the Faculty of Engineering, Cairo, University as shown in Fig. 4 of size 7 x 6.5 x 4.5m and naturally illuminated by the two Windows W1 and W2 , of dimensions 1.2 x 2.5 m each . L1, L2,L3 and L4 are four similar fluorescent lamp fittings , each fitting has three fluorescent lamps of 40 W each , used for artificial lighting .

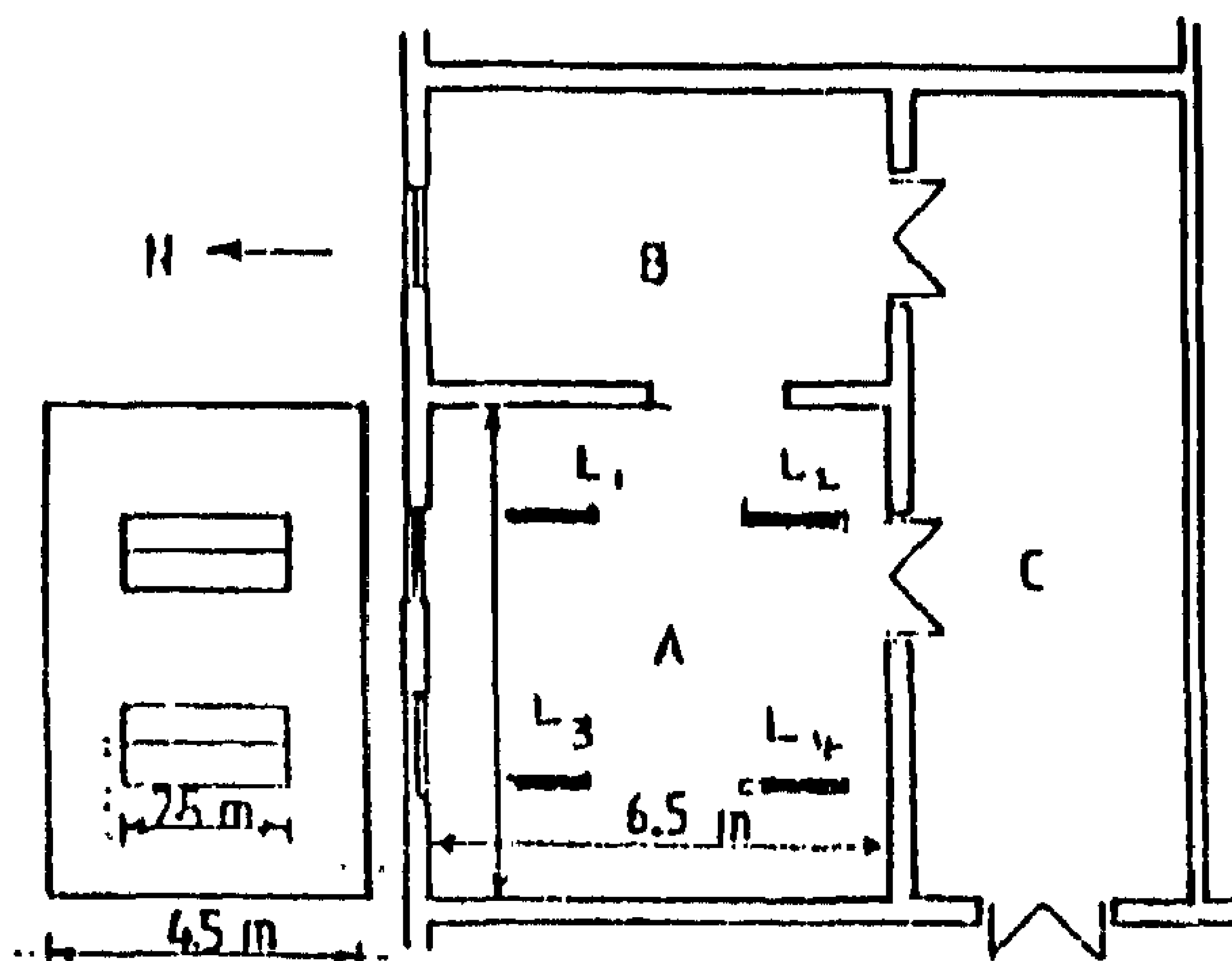



Fig. 4

Knowing the variation of the natural luminosity applied to the room for clear days during a whole year , and for illustration , if it is required to illuminate a horizontal plane 0.9m above the floor with illumination not less than 120 lux , we find that by controlling the artificial light to match with the natural light in the room during day times ( between 9.0-1.7 O'clock), 38% of the electric energy consumed by the electric lamps will be saved per year with respect to the electic consumption if the natural daylight is not considered [2].

N.B. the above mentioned results will be affected if the shapes or dimensions of the windows are changed leading to a change in the daylight distribution inside the room as shown in Fig. 5.

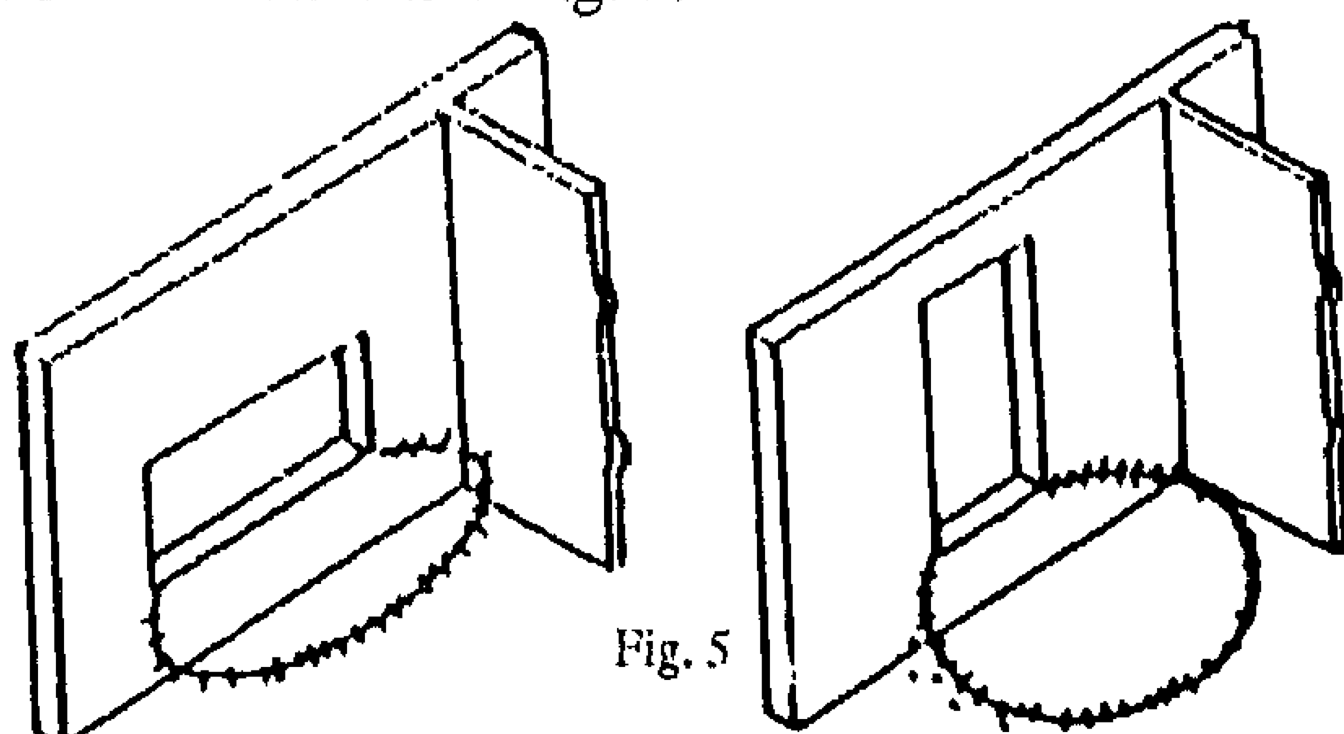


Fig. 5

**b ) Heating and Shading**

Knowing that the window could be a source of both daylight and heat energy as well , a good design for the window is to give the required daylight without exceeding the temperature in the room above the permissible limit . In this respect adjustable shading is recommended , two types of which are shown in figs . 6 and 7 .

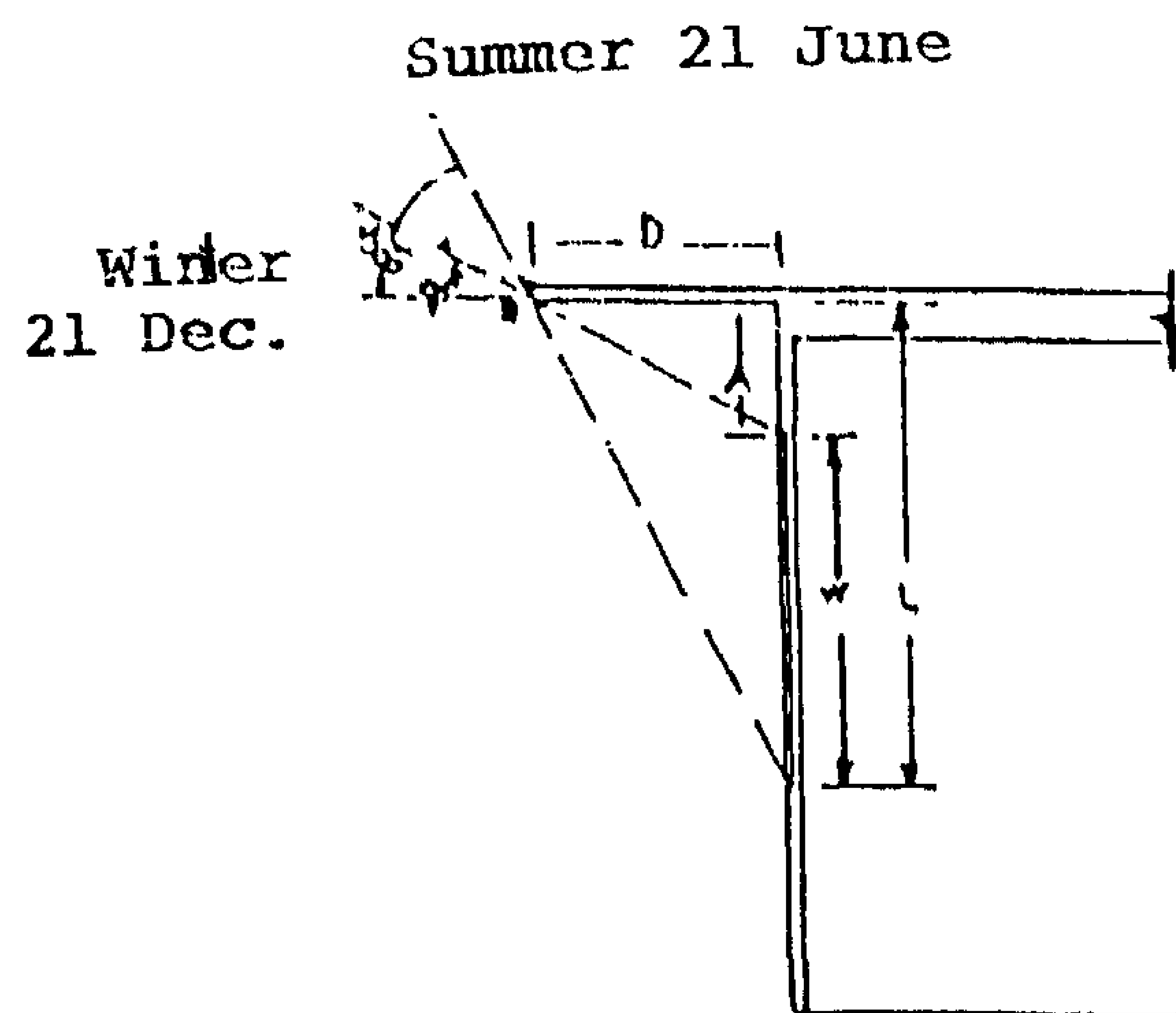



Fig. 6

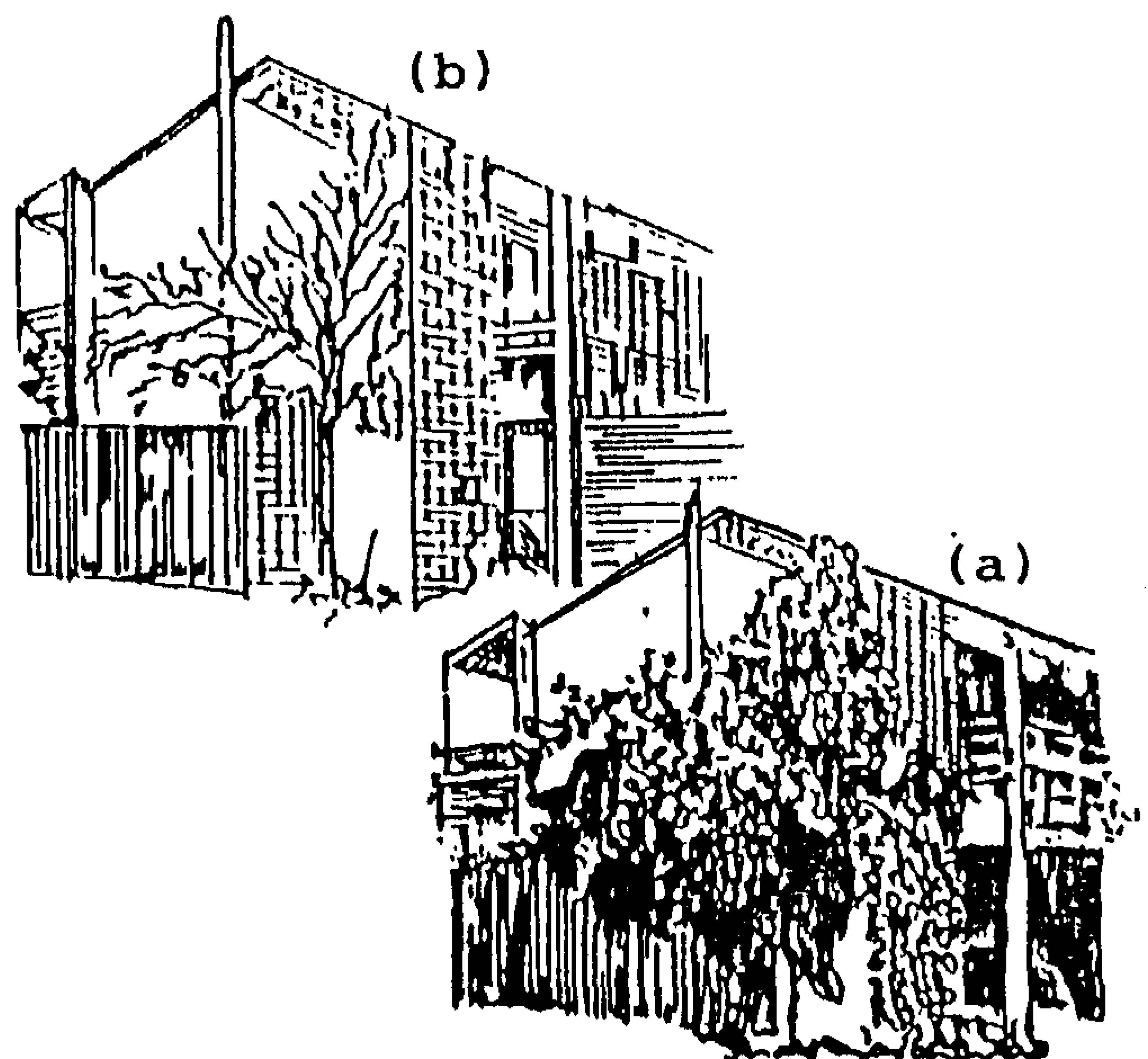



Fig. 7

Referring to Fig. 6 and equations ( 3 and 4) , the window of height "W" permits solar energy to pass in the room during winter days when the sun elevation angle $\theta_w$ ; while during summer days when the sun elevation angle = $\theta_s$ the overhang roof of length "D" will prevent direct solar energy to pass inside the room

# NATURAL AND INNOVATED HEATING AND VENTILATING SYSTEMS APPLIED TO BUILDINGS IN RURAL AND ISOLATED AREAS

By
M. Kamal Gohar* and Fatma A. Mohamed **

ABSTRACT

This paper describes methods that could be applied conveniently in rural and isolated areas to achieve comfort living with low cost efficient passive energy systems , using simple devices .

Some study cases and test results are presented here to illustrate :

I ) The essentials of town building planning together with the proper building clusters, arrangements, window design . .. etc to make the best use of the natural daylight , ventilation and solar energy for different types of buildings.

ii) The advantages of using shurb and trees to improve the climate conditions and other architectural applications in the site under consideration . Examples of selecting the suitable types and dimensions of windows, trees and building arrangement for different applications are shown in this paper , which may be taken as guide to be followed when studying other similar cases.

## WINDOW DESIGN

### a) Daylight and Seeing

Daylight is the best type of light rediation energy distribution for illumination , so that we have to utilize it for illumination up to the best , in addition to its adantage in reducing the consupmtion of the fuel energy needed to operate the artificial lighting systems during day times.

In this respect the following factors should receive considerable attention clarified as follows :

### I) Window location

Referring to Fig. 1, in order that the daylight rays could fall properly on the surface of the desk , the location of the window shown in Fig. 1a will be more suitable the location shown in fig. 1 b . Similarly Fig. 2. than the correct locations of the widow to give the best outside view for the persons sitting or standing in the room.

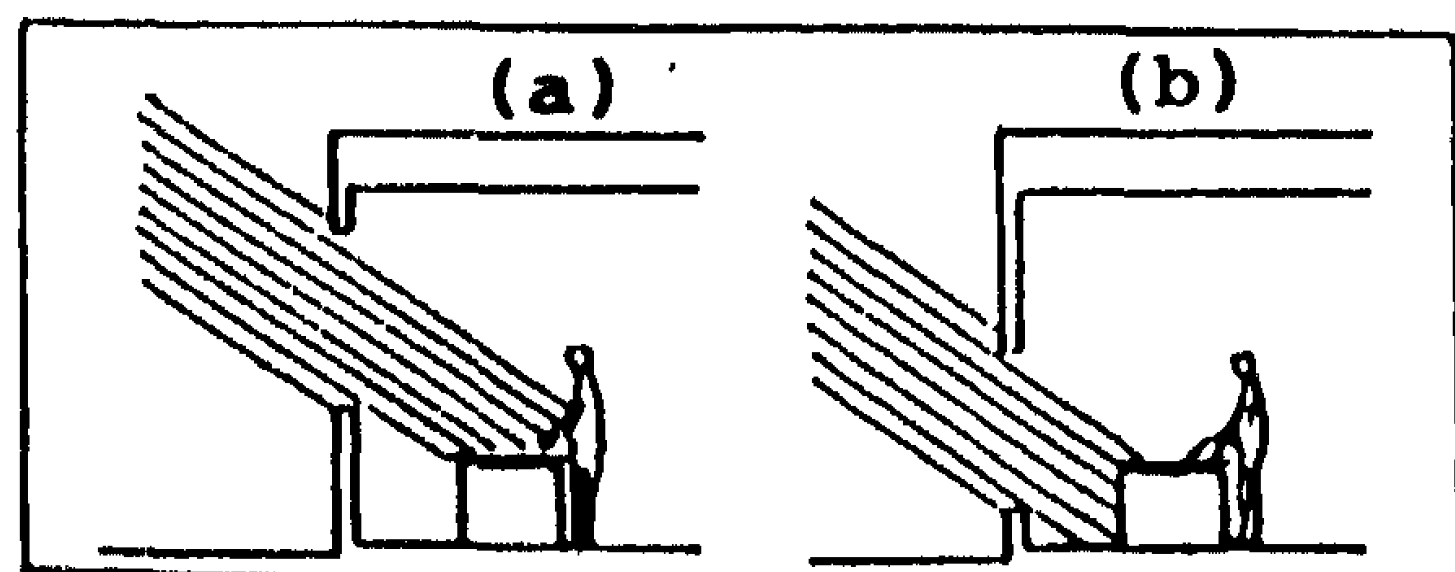



Fig. 1

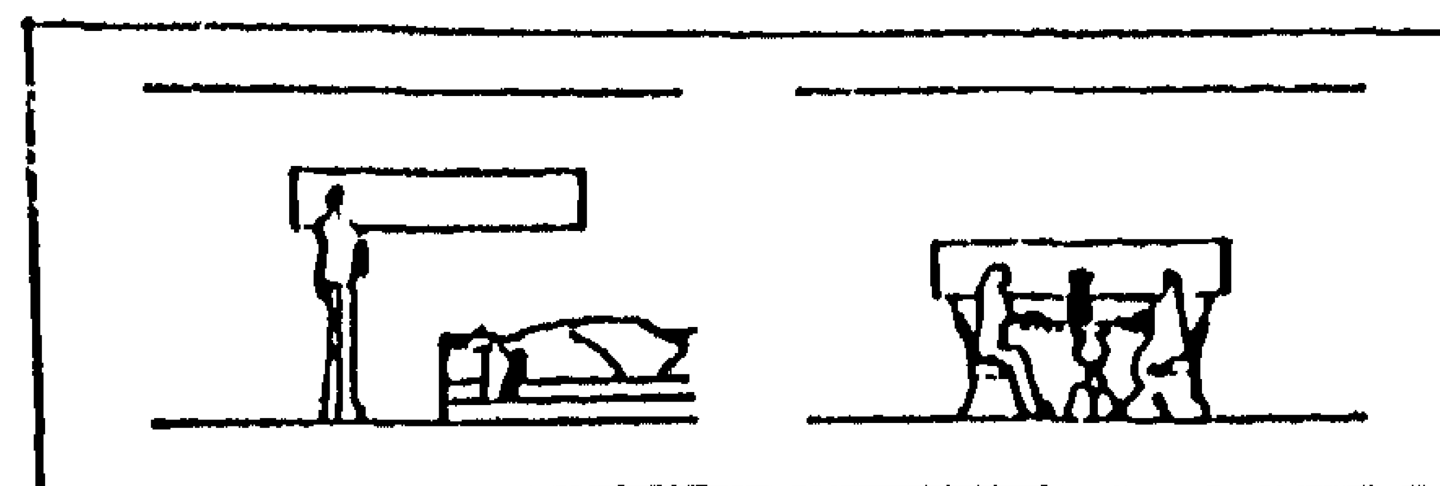


Fig. 2

### ii) Window Dimensions :

Referring to Fig. 3, assuming a window of uniform luminosity source "L" , the illumination per lunituminosity source in a plane parallel to the source Ez/L is given [1] by equation (1).

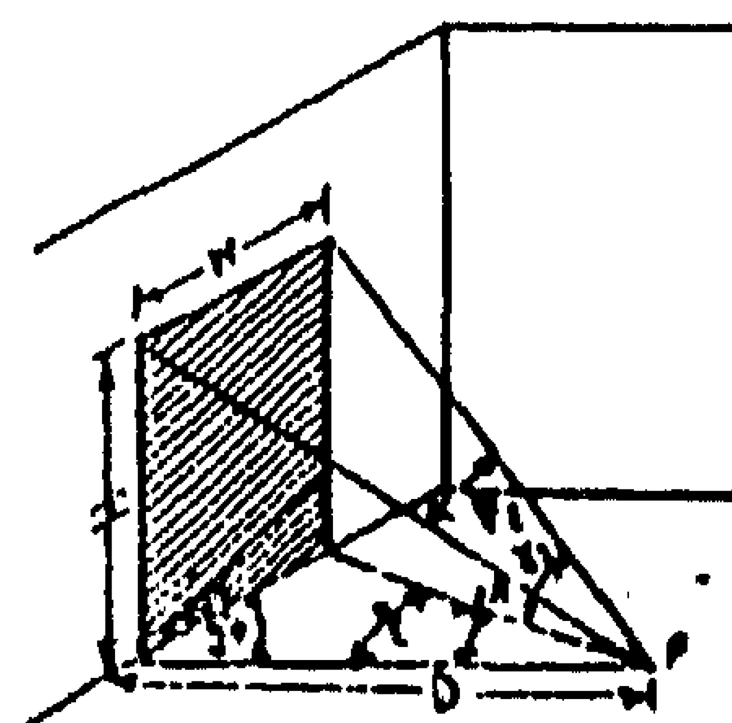


Fig. 3

$$\frac{E_z}{L} = \frac{1}{2\pi}\left[\beta_1 \sin\gamma + \gamma_1 \sin\beta\right] \qquad (1)$$

and for a plane perpendicular to the source

$\frac{E_y}{L}$ is given by equation (2).

* Cairo University , Faculty of Engineering, Cairo , Egypt .
** National Research Centre , Dokki , Cairo , Egypt .

*REFERENCES*

*Ambrose, J.; "Building Construction and Design", Van Nostrand Reinhold, NY, USA (1992).*

*Blanc A.; "Internal Components", Mitchell's Building Series, Longman Scientific and Technical, Essex, England (1994).*

*Bovill, C.; " Architectural Design; Integration of Structural and Environmental Systems", Van Nostrand Reinhold, NY, USA (1991).*

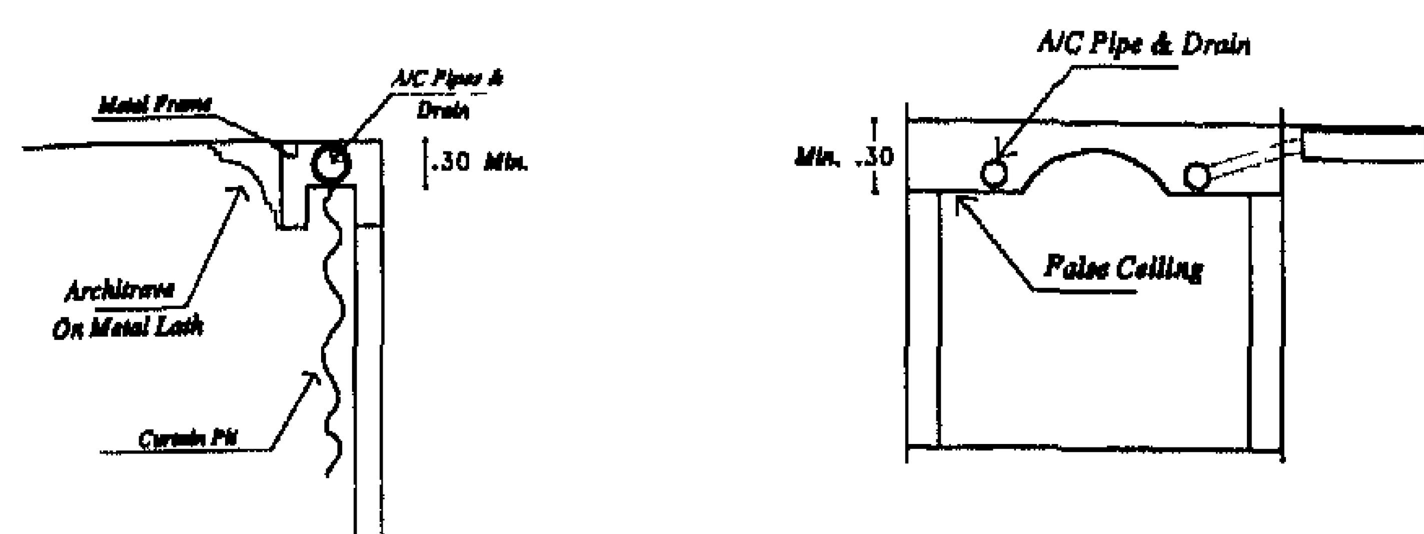
*Haines, R. & C. Wilson; " HVAC Systems Design Handbook", Second Edition, McGraw-Hill, Inc., NY, USA (1994).*

*McEvoy M.; " External Components", Mitchell's Building Series, Longman Scientific and Technical, Essex, England (1994).*

*Miraco Technical Data Catalogue, "Split and High Wall Models", Misr Air Conditioning Mfg. Co., Cairo, Egypt(1995)*

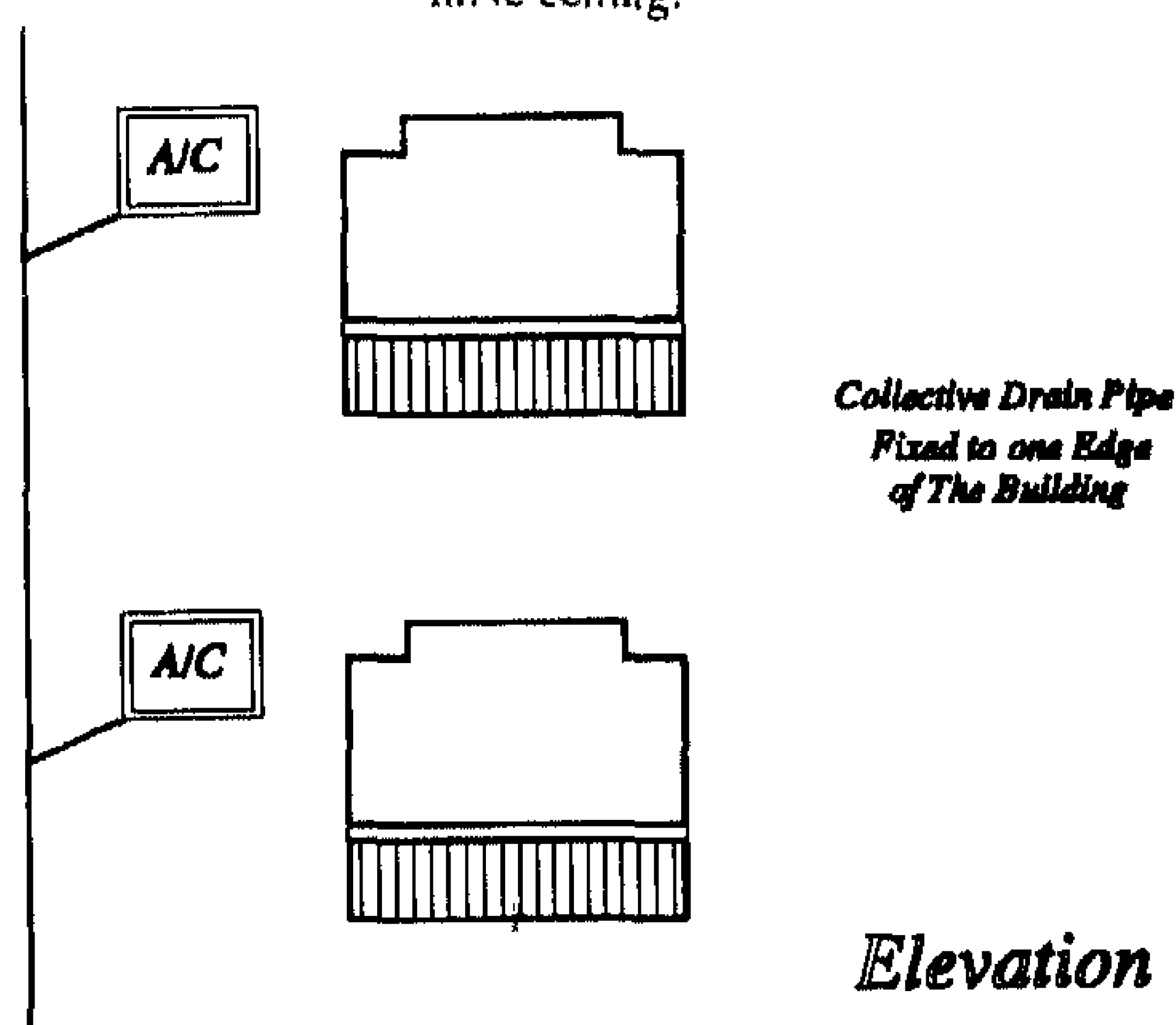
*Porges, P.; " HVAC Engineer's Handbook", Ninth Edition, Butterworth-Heinemann, Oxford, England (1991).*

*Stanford, H.; "Analysis and Design of Heating, Ventilation and Air-Conditioning Systems", Prentice Hall, NJ, USA (1988).*




Within ceiling architrave Above false ceiling

Fig. 19- Detail of a conduit imbedded within ceiling architrave or above false ceiling.



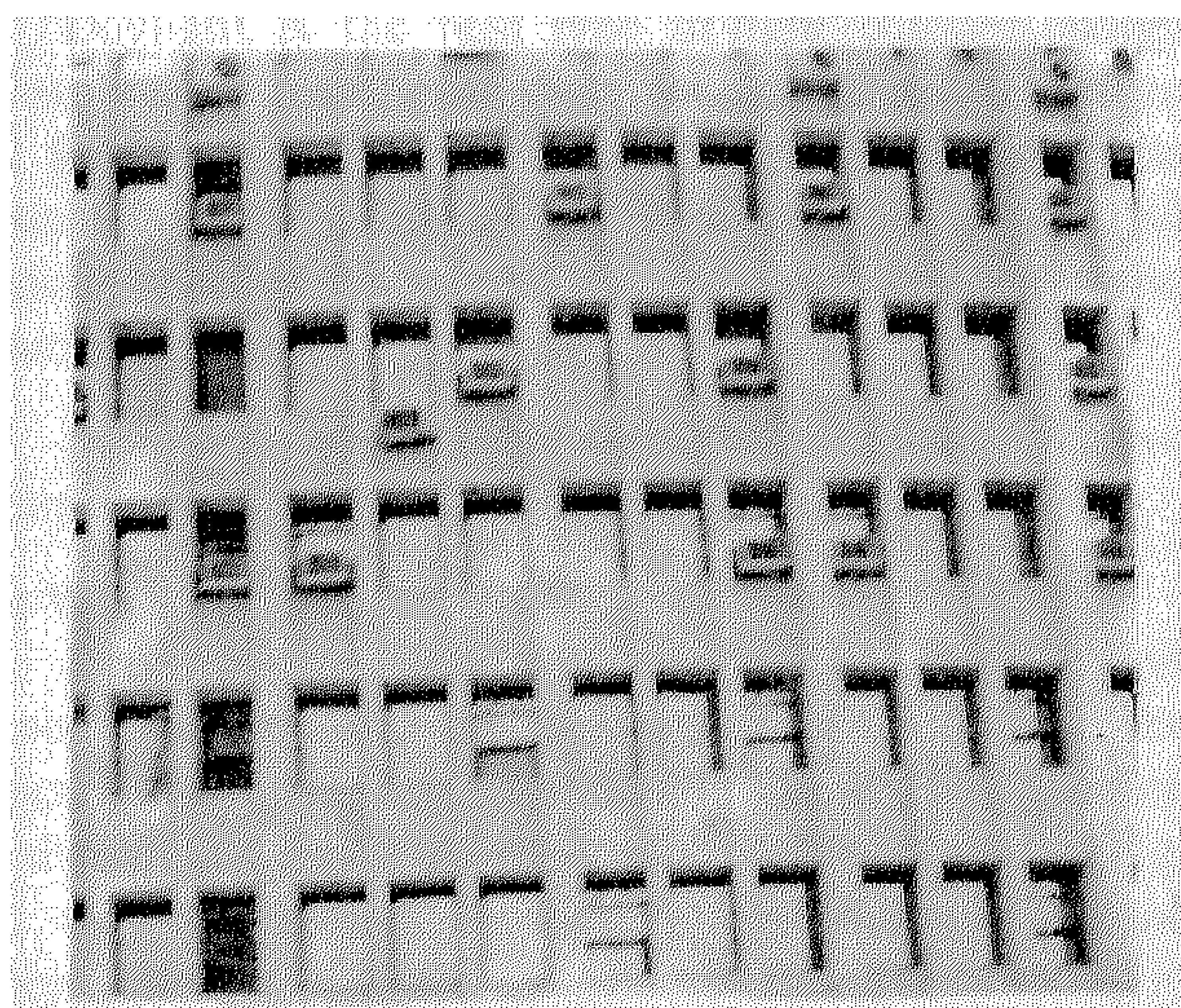



Fig. 20- An exposed drain system.

On the other hand, drains of split systems would be dependent on their type. Ceiling mounted fan coil units could drain to PVC pipes installed in a false ceiling of an adjacent room. They could also be connected to drain pipes extending vertically inside wall and through flooring to the nearest sanitary connection. Wall and floor mounted units could be drained through pipes/hoses installed in the base boards, under flooring, or within double walls to the nearest drain spot.

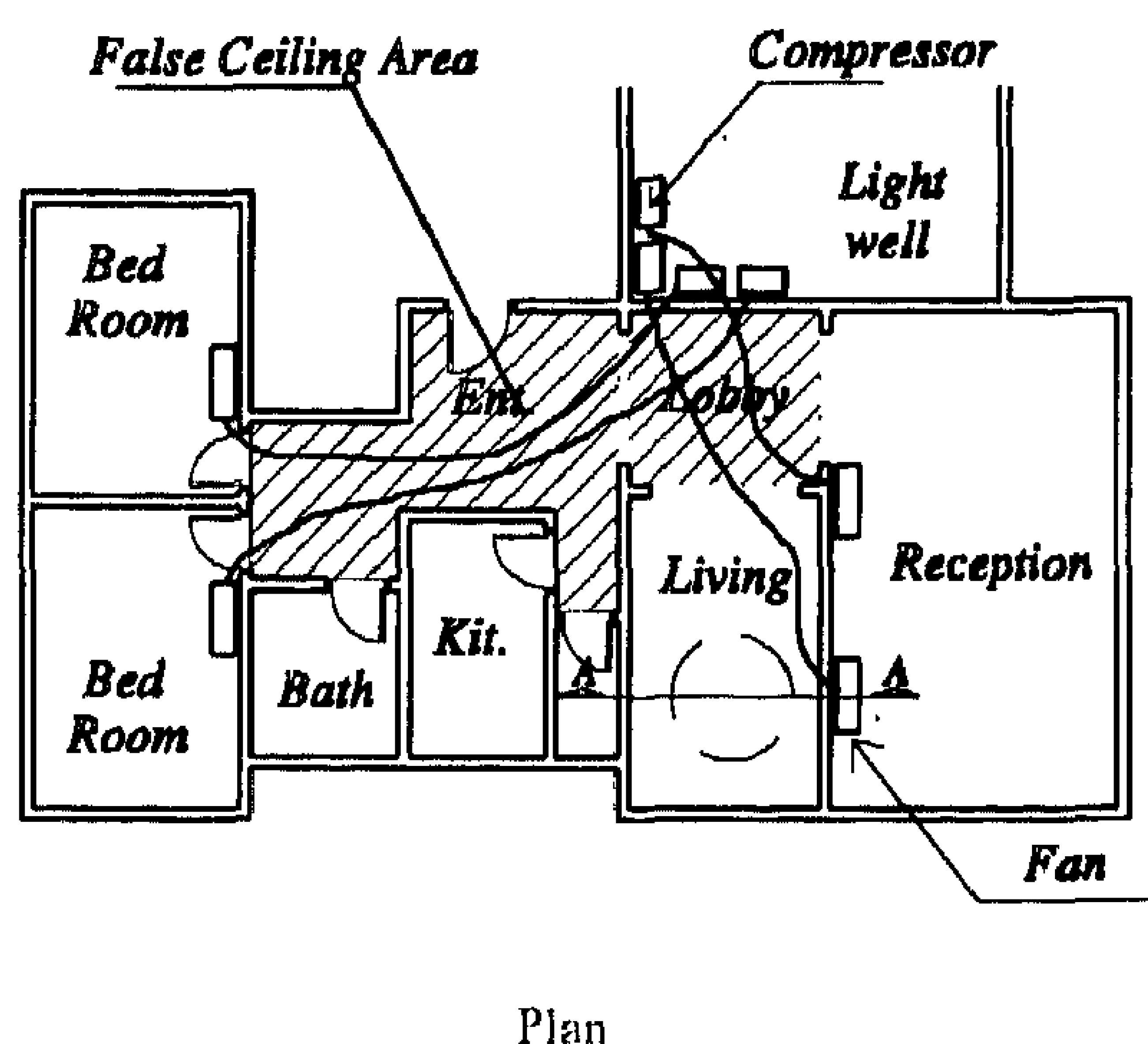
In all cases, direction and slope of drain pipes must be carefully planned. Proper installation and workmanship is essential for prevention of future leakage problems.

## CONCLUSION

The purpose of this paper was to identify the architectural considerations associated with the installation of air-conditioning equipment on Egyptian apartment building facades. The current status of residential building facades illustrates the extent of the current problem. Air-conditioning equipment were haphazardly fixed on the facades of the majority of buildings creating a chaotic visual effect unrelated to original design.

In order to arrive at constructive solutions, available types of A/Cs were defined and their main characteristics were analysed. Various parameters which must be considered by architects for successful installation of the most commonly used types of A/Cs on their facades were discussed. These included the physical appearance of A/C units on facades, maintenance and operation requirements, as well as the methods used for condensed water drainage. Several directions were explored. These included the arrangements of the facades, and the provision of remote locations for fixation of condensing units. In addition, several details were devised in relation to the connection between the condensing and the fan coil units of split systems, and the condensed water drain requirements of A/C systems in general. They were introduced as examples which could be adopted in relevant conditions.

It is hoped that the survey presented in this paper would direct the attention of architects to the current problem. Furthermore, it is hoped that the suggested solutions and details would pave the way for the production of innovative details by architects in their own designs. This would contribute positively to our cityscape.

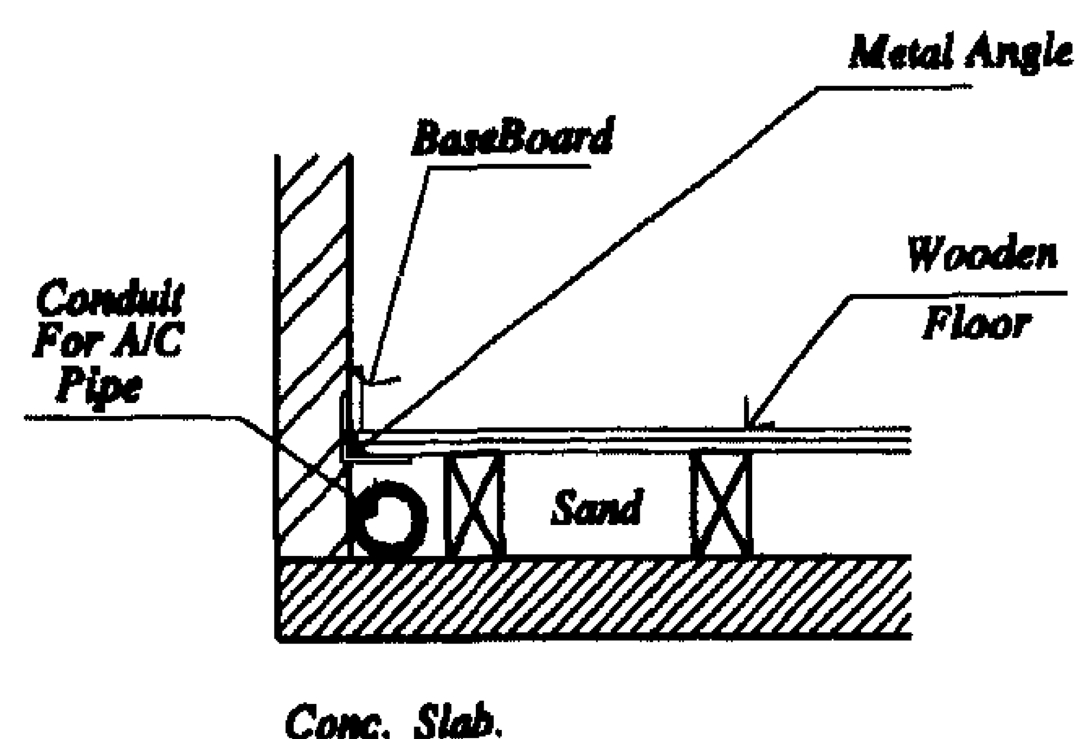


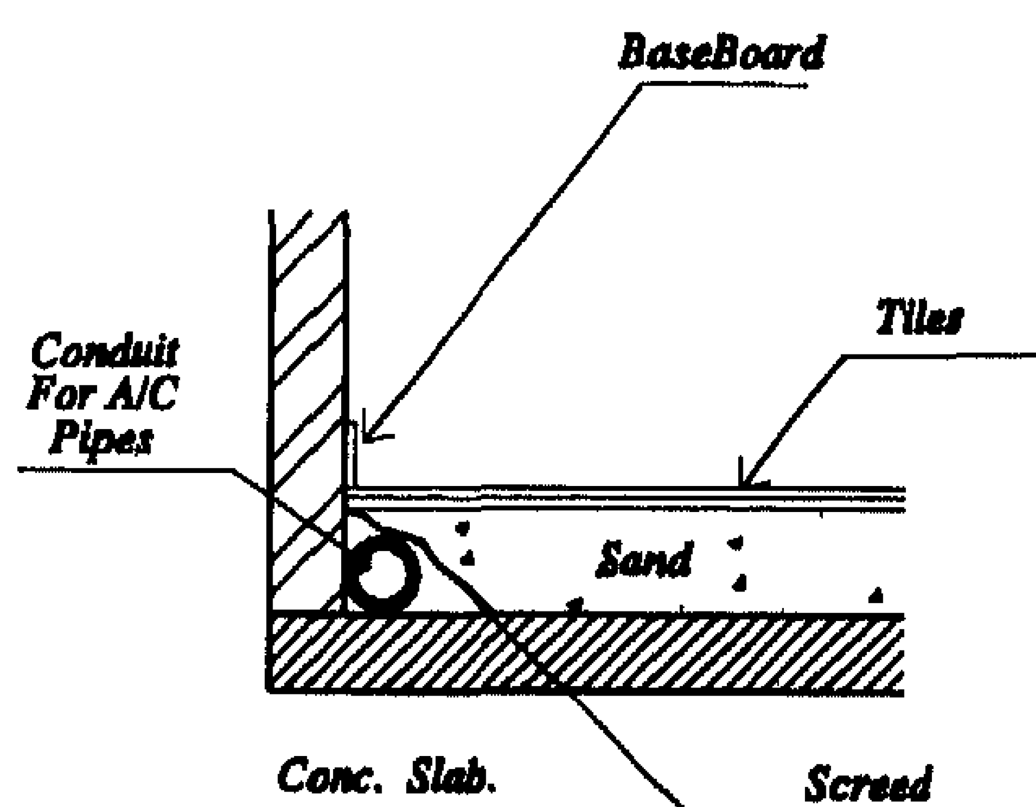

Plan

Fig. 15- Condensing units' installation on walls of light wells.



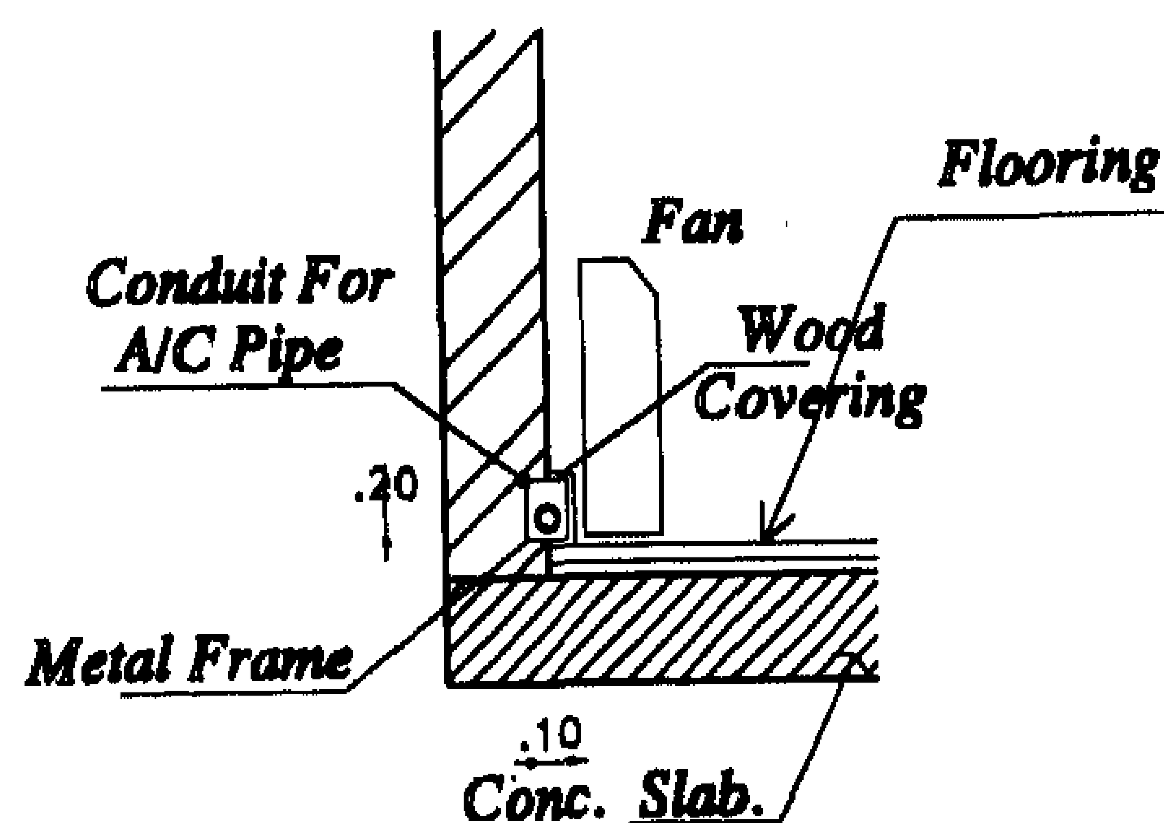
Fig. 16- Condensing units' installation in special alcoves.




Tile flooring

Fig. 17- Details of conduits imbedded in flooring.



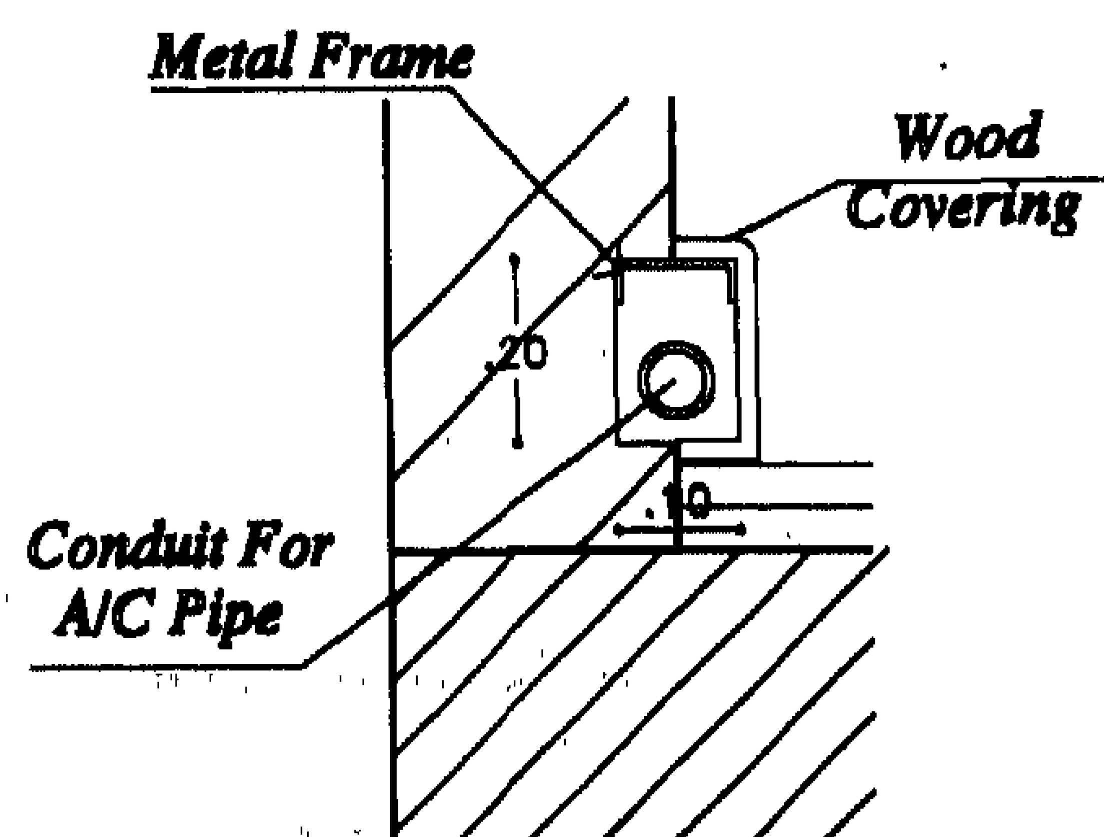




Fig. 18- Detail of a conduit imbedded behind a baseboard.

buildings as conditions require. Conduits could be imbedded within flooring, in between a double wall, behind baseboards, or within ceiling architraves of plaster on metal lath (figures 17-19).

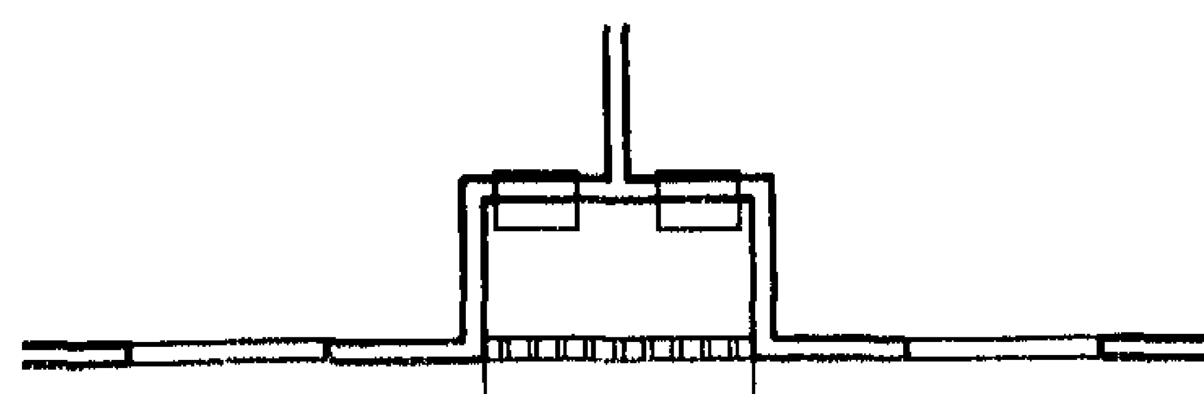
However, those conduits must be appropriately sized and curbed at corners in a way which would allow for the extension and dismantling of pipes whenever necessary. A diameter of 7.5 cm would be suitable for that purpose.

### 4- Condensed Water Drainage

Systems of drainage of condensed water are strongly tied to the type of A/C used. While self-contained types require systems installed on the facade itself, indoor units of split systems require more investigation. Self-contained types could successfully drain to a network of PVC pipes imbedded or carefully exposed on the building facade leading downwards to the nearest sanitary connection in the ground floor (figure 20).

or within special conduits imbedded in ceiling architraves, base boards, or through flooring sub-base.

Alternatively, units could be remotely installed in an outer alcove similar to that illustrated in the concealed system above. That alcove would contain all units of the apartment. They would be connected to their indoor counterparts by use of the same methods suggested for the light well installation (figure 16).



***Vertical Or Horizontal Louvers***

***Plan***



Fig. 11- Covered alcoves for the fixation of A/Cs.

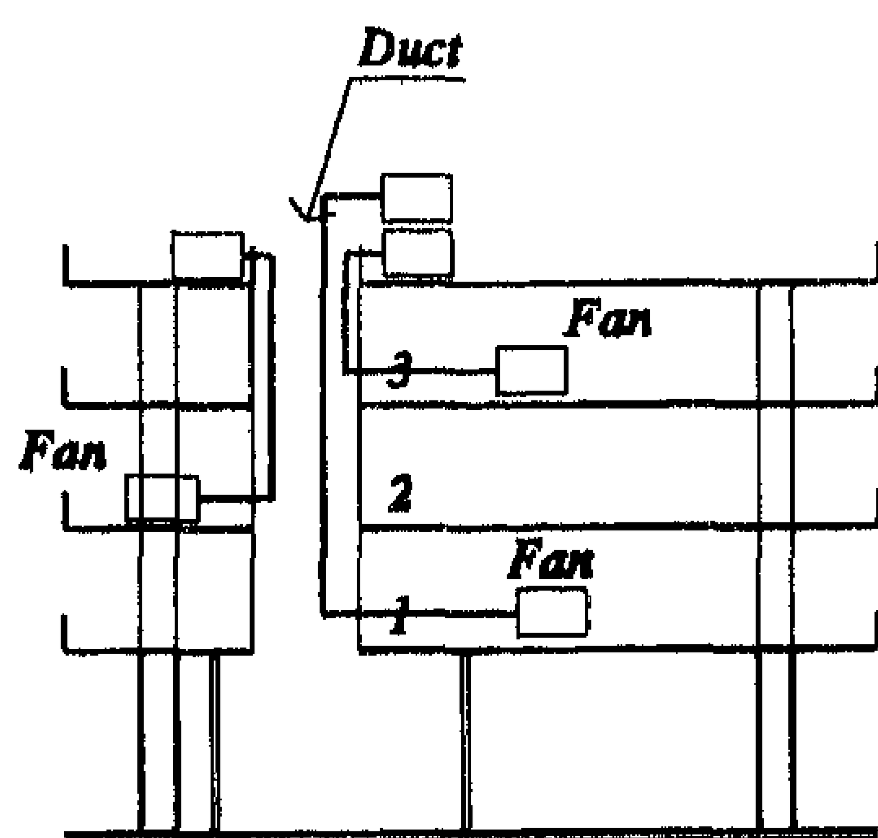



Fig. 12- A/C installation in a 3 storey bldg.

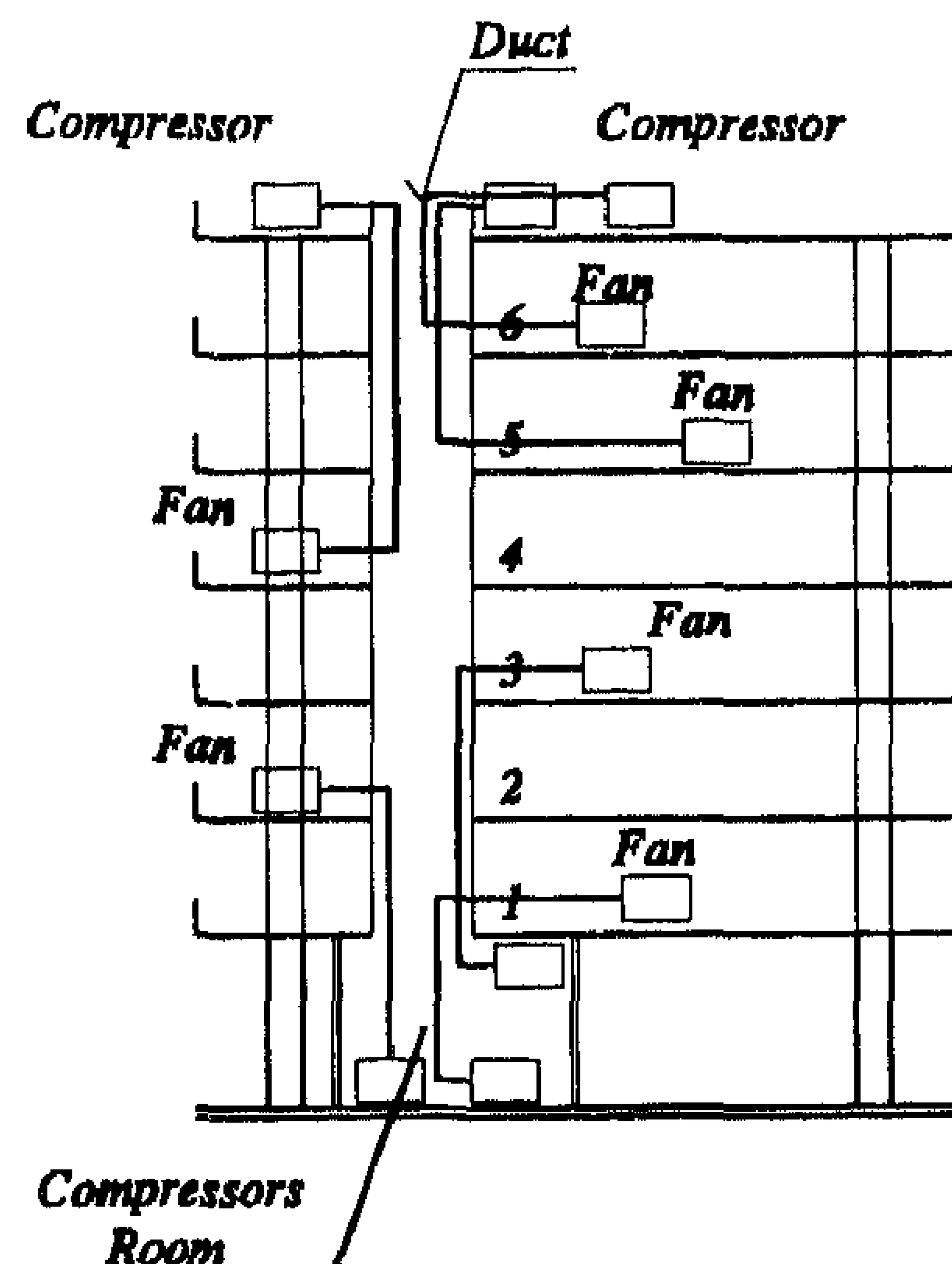



Fig. 13- A/C installation in a 6 storey bldg.

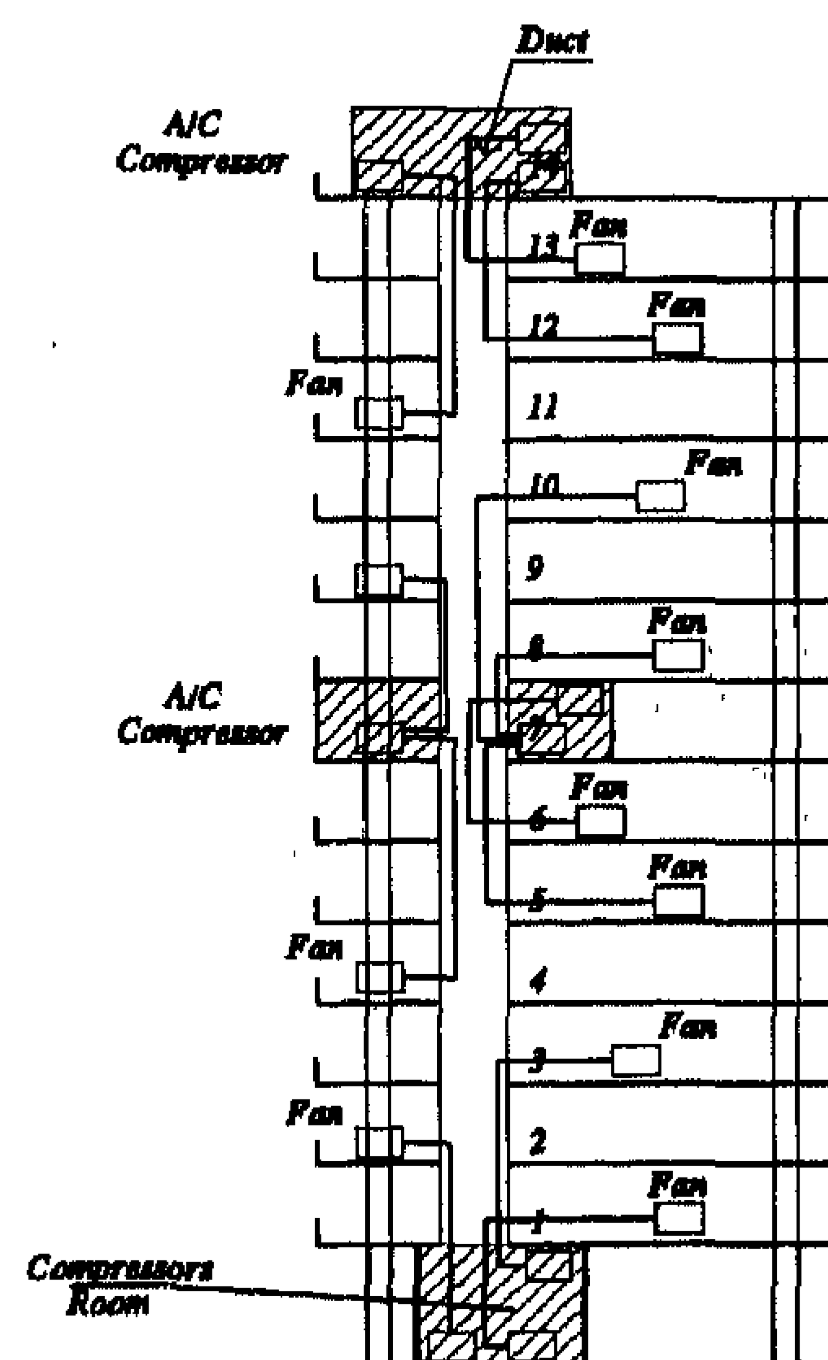



Fig. 14- Mechanical spaces at each 7 floors for installation of A/Cs in high rise buildings.

### 3- Split Systems' Connections

Connections between condensing units and their internal counterparts have always been a problem irrespective of the solution adopted. It has become quite common to see pipes extended across building facades and within rooms in an unattractive scene. In order to conceal those pipes, several details could be adopted. Vertical ducts and/or false ceiling spaces could be utilised as illustrated previously. Imbedded

PVC conduits in which connecting pipes and cables would be extended could prove simple and practical in many set-ups. They could be used in old as well as new

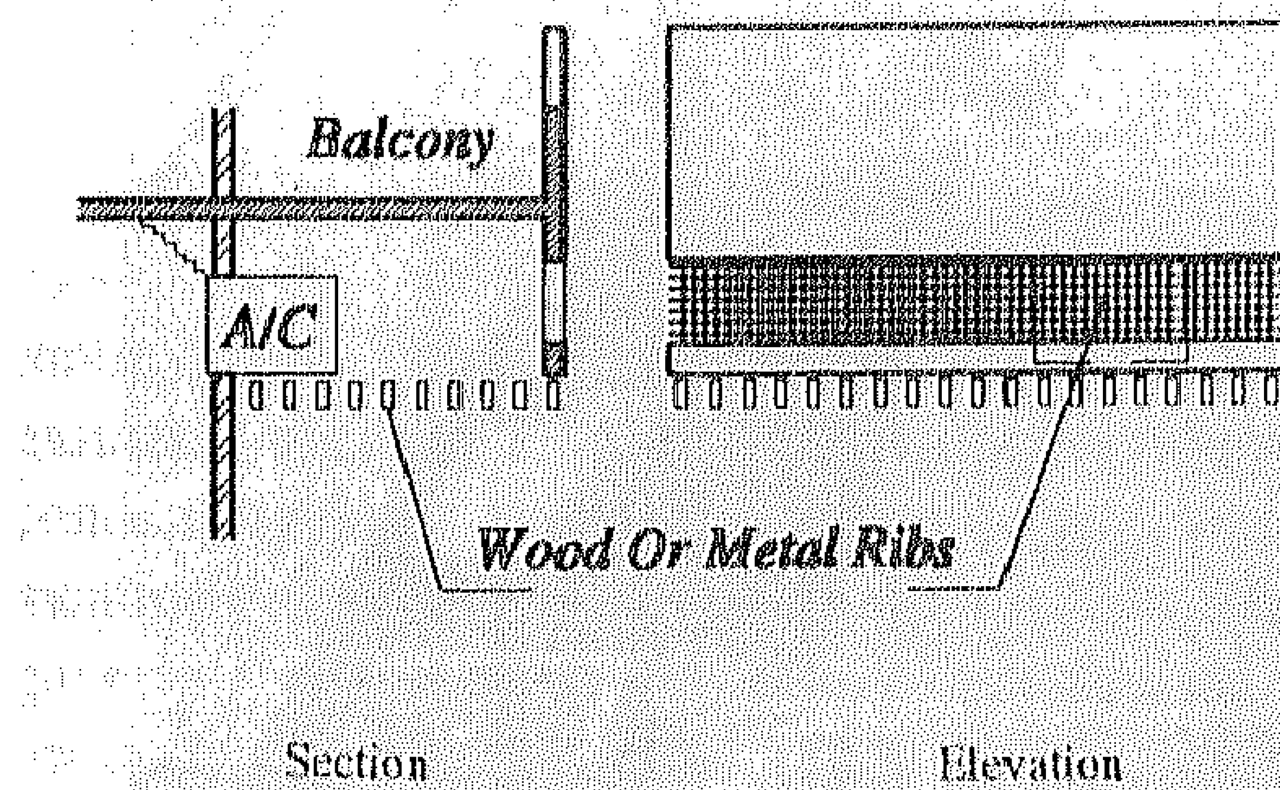



Fig. 9 - A/Cs fixed to Balcony ceiling

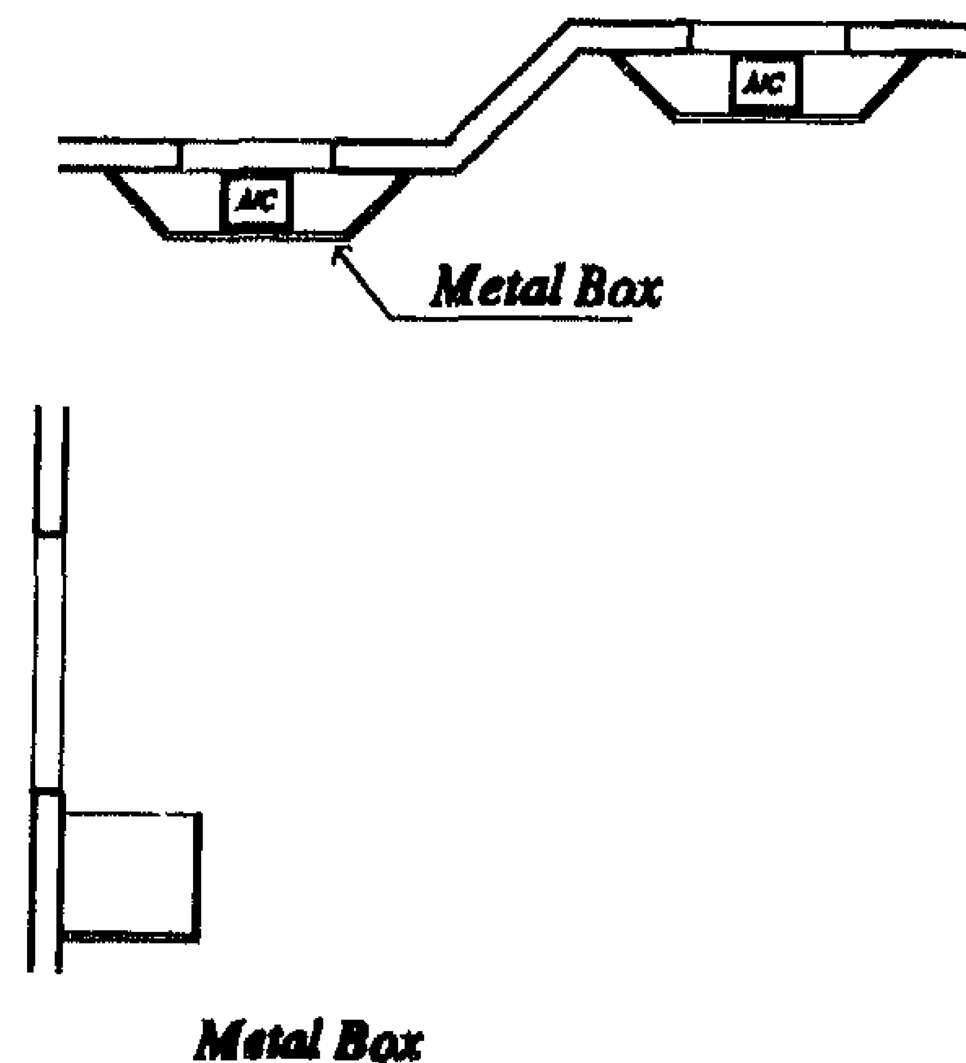



Fig. 10- Metal grid boxes for concealment of A/Cs.

## 2- Remote Split Systems

Systems in this category would be based on the fact that outdoor units of split types could be located remotely from their indoor counterparts. They could be installed in any location as long as the maximum distance allowed by their mechanical components is maintained. The length of this connection should not exceed 12 meters as explained earlier. Therefore, outdoor units could be located on the building roof, in the basement, or on the walls of internal light wells or special alcoves.

Locating condensing units of all A/Cs on the building roof would ease maintenance, improve their ventilation, and reduce noise levels within apartments. Those units would be linked to their indoor counterparts via vertical ducts for connecting pipes and cables. This system could be successfully adopted in apartment buildings of three stories (figure 12).

Furthermore, this system could also be adopted in buildings up to six stories, by complementing roof condensing units with another set installed in the ground or basement floors (figure 13). That added set would serve the lower floors.

The above concept could be extrapolated to buildings of any height. Special mechanical spaces could be provided every seven stories for installation of condensing units (figure 14).

A horizontal system could be adopted where all condensing units would be installed in one of the building's light wells (figure 15). This solution could prove useful in cases where independence and security of each A/C unit is necessary. However, care must be exercised in the design of that light well. Proper ventilation of units and fire precautions must be strictly observed. Sound isolation must also be provided. The connection between the condensing units and their internal counterparts could pass through a false ceiling

leave the appearance dependent on the internal needs of each and every room. However, the facade in this case -although expressive of the users' needs and behaviour - would be in a state of disorder. Alternatively, one can provide a framework within which users can install their A/Cs. This framework would be flexible enough to accept the variety of users' needs. It could adopt an open approach in which all equipment would be exposed, or a concealed approach in which equipment would be hidden.

The open approach could include standardised openings sized to accept a wide range of A/C types. Those openings would allow for variation in equipment size and location on wall, while at the same time having attached architectural features which would integrate their appearance with the overall features of the facade (figure 7). Although this approach is simple, it would limit users' flexibility in locating A/Cs in different parts of rooms.

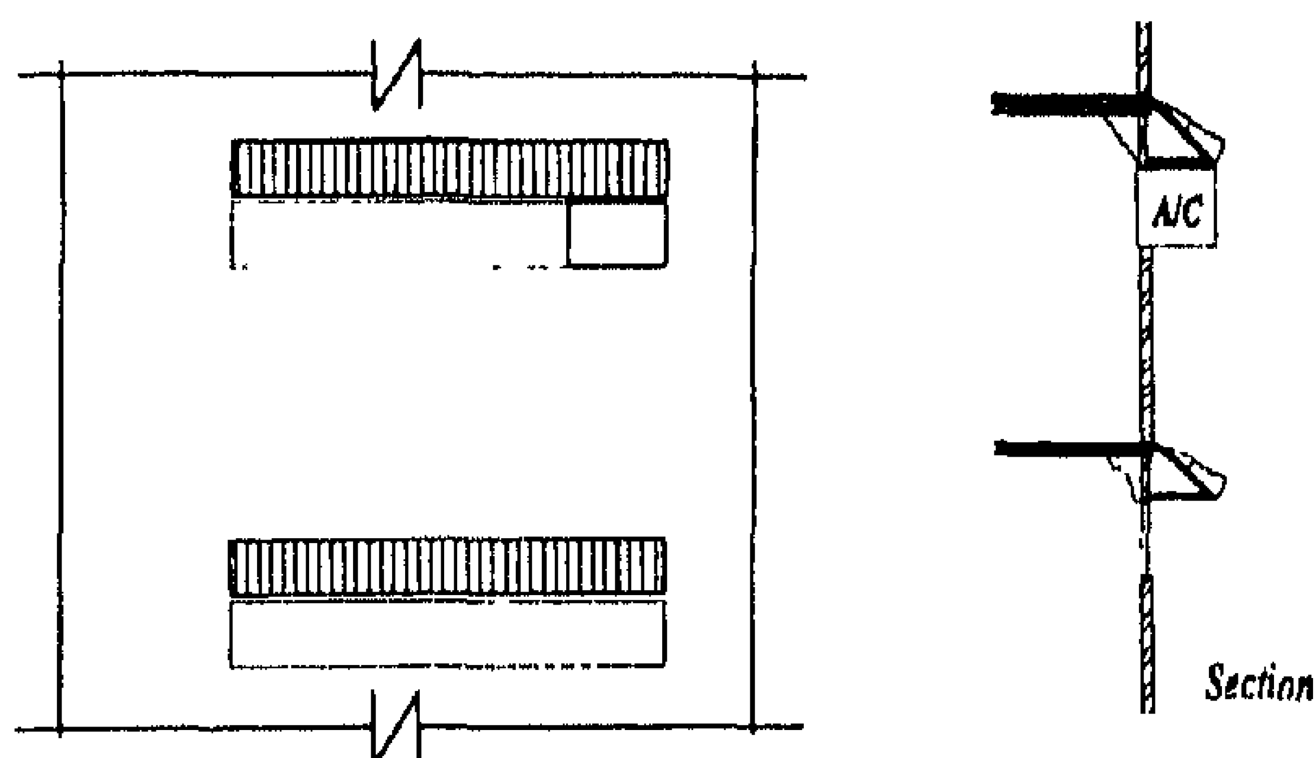



Fig. 7- Standardised recess which allows for flexibility of A/C installation.

Alternatively, the open approach could include provision of side recesses, alcoves, and/or side slabs dedicated to installation of A/Cs (figure 8). These must be large enough to accept a number of A/Cs and allow for their ventilation. This approach is more suitable to the installation of outdoor units of split A/Cs which could be installed remotely from their indoor counterparts.

On the other hand, the concealed approach would provide coverage for the A/Cs so as not to be visible on the facade, while at the same time maintaining good ventilation and accessibility for service.

This approach would include fixation of units on balcony ceilings (figure 9). A/Cs would be installed in a special space on the balcony ceiling where it would be covered by metallic or wooden members. Spacing of those members would allow for proper ventilation of condensing units. Parts of those members would be demountable in order to provide access for maintenance. This approach, although it produces

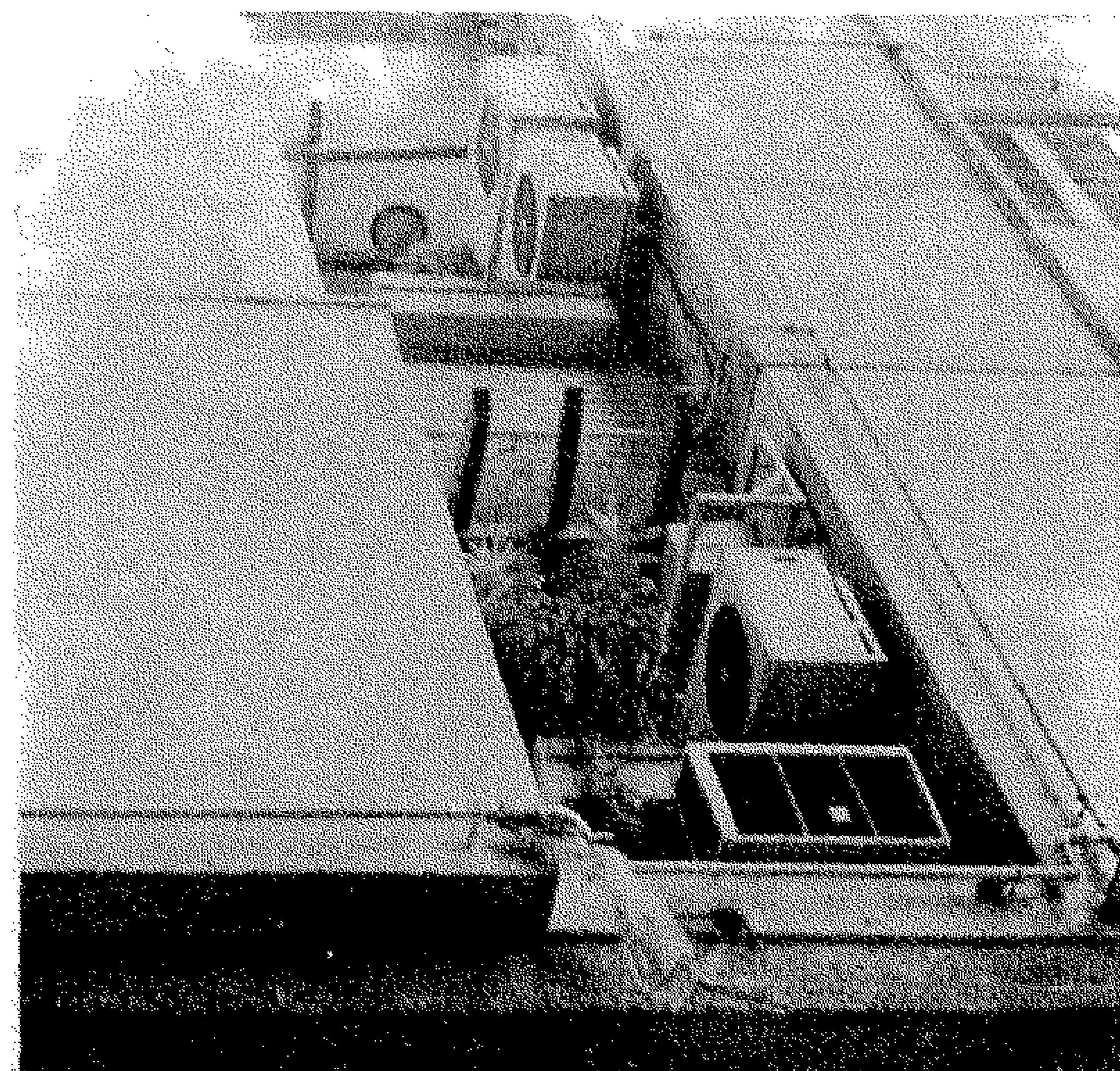




Fig. 8- Side balconies and slabs utilised for the installation of A/Cs.

noise in the balconies, it is very flexible, easy to maintain, and suitable for both the self-contained and split types of A/Cs.

The concealed approach would also include fixation of special metal grid boxes on the facades. These provide partial concealment of A/C units (figure 10). Those boxes must be designed in harmony with the facade overall appearance. They would be sized to accommodate a number of A/Cs, thus they must be able to carry the expected load in addition to the weight of the maintenance person who might need to access the units. Those boxes are suitable for the fixation of the self-contained and split unit types of A/Cs.

A more successful application of the concealed approach is the adoption of A/C alcoves (figure 11). They would be covered by vertical metallic, gypsum or wooden members spaced in order to provide proper equipment ventilation.

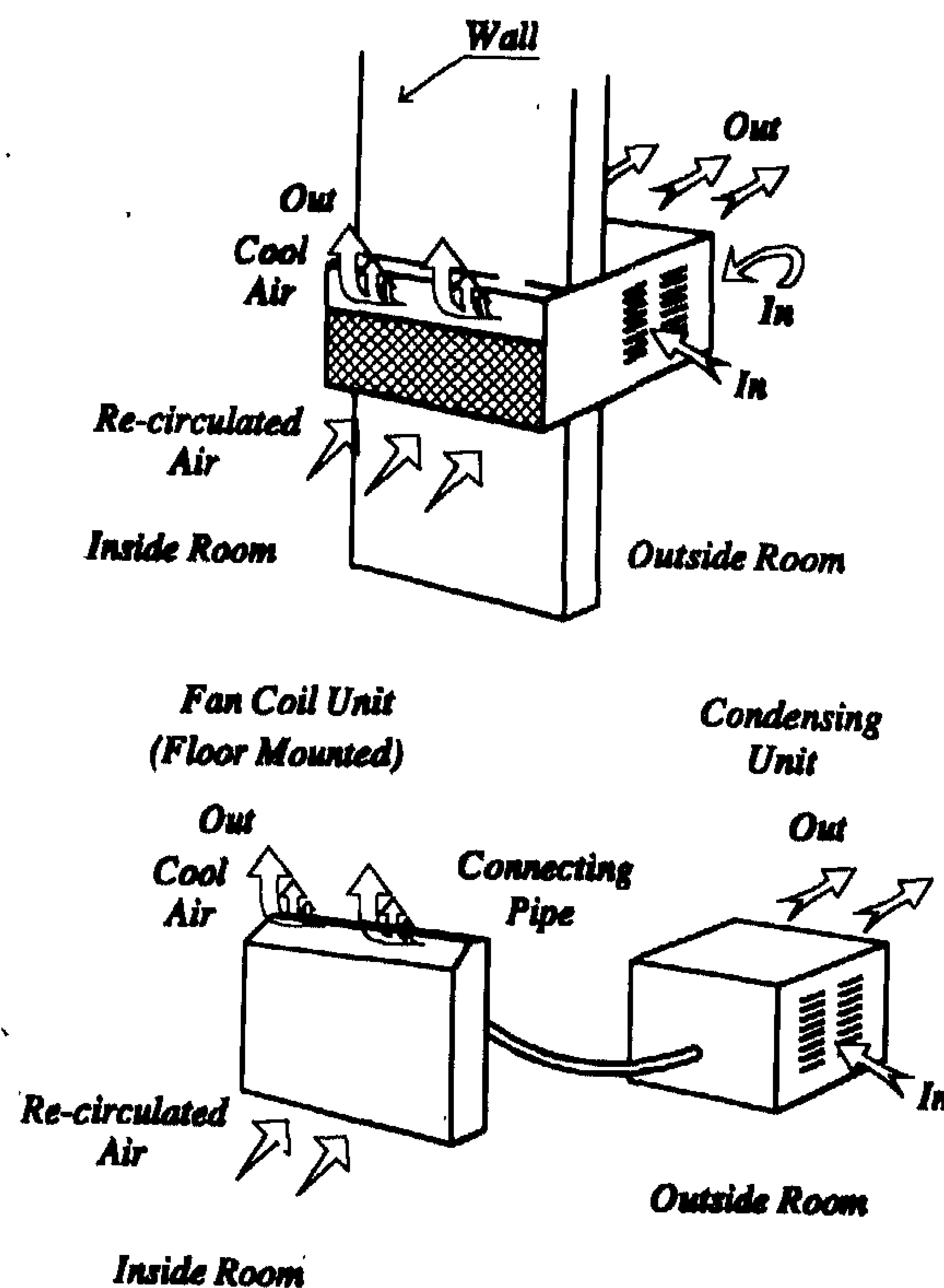
capacity. On the other hand, the outdoor component of split systems ranges between 86 x 61.5 x 35 cm to 98 x 107 x 98 cm (W x H x D).

Self-contained types must be fixed through an outside wall, usually centralised in location within the room. The fan coil units of split types could be mounted on floor, wall or ceiling of rooms. The condensing units of these types could be placed in any location outside the room. That location would be governed by its connection to the indoor fan coil unit by insulated refrigerant pipes and electrical cables. This connection is limited by the maximum allowable length of pipes of available systems which could extend up to 12 meters horizontal/vertical (MARICO, 1995). Special provisions must be made for concealing the connecting pipes and cables on the facade as well as internally.

Maintenance of A/C units is essential. Units must be accessible by maintenance personnel for regular cleaning of filters as well as other maintenance and fixation needs. Self-contained units do not require any special arrangements for maintenance. They could be maintained from inside the room. On the other hand, outdoor units of split types must be located within reach for accessibility of maintenance personnel to its components.

Ventilation of condensers of both types is essential for efficient operation. Ventilation is forced by a special fan where air would usually be taken from side openings and expelled from front ones (figure 6). Therefore, proper planning of air circulation around units is critical.

Condensed water is usually collected in a special pan in the fan coil component of the A/C. Excess water must be properly drained. This is especially important in the indoor units of split systems. Drainage is commonly provided by flexible water hoses which either drip on the building facade, or extend to the ground hanging on the architectural elements. Both solutions are unsuccessful. The first one causes smears on the facade and disturbs pedestrians on side walks below. The second solution distorts the architectural features of the facades. A pre-planned drainage system must be provided leading to the nearest connection of the sanitary system.




Self-contained A/C

Fig. 6- Flow of air in A/Cs

## DETAILS OF INSTALLATION

Architectural details which are suitable for the installation of A/Cs could follow one (or a combination)of several directions. These would be related to the type of Air-conditioning system used.

While solutions of self-contained types of A/Cs would be limited to the methods of organisation and/or treatment of the appearance of units on facades, solutions for the split types would involve several directions. The first direction would be tied to the arrangement of the facade itself in relation to outdoor equipment installation, as with the self-contained types. The second would be related to the provision of appropriate remote locations for the installation of the outdoor units. The third would address the methods of connection between the outdoor and indoor units. Finally, methods of drain of condensed water would also be examined.

### 1- Facade Arrangements

Organisation of A/C units on a facade must be taken into consideration in its design. Several approaches could be adopted. One can ignore any organisation and

produces noise, has a shorter life span in comparison to other systems. It is also poor in filtration and air distribution. It must be installed directly on building facades of air-conditioned rooms.

**2- Split Unit Direct Expansion (DX) Systems**

These systems include two separate units linked by refrigerant pipes (figure 5). An outside unit for the air cooled refrigerant condenser and the compressor (condensing unit), and an indoor unit for the air cooling coil refrigerant evaporator (fan coil unit). Some of these systems include a reversible heat pump which provides winter heating instead of direct heating methods. In the reversible heat pump, changeover valves enable functions of condensing and evaporating coils to be reversed. Split unit systems are relatively simple and more quiet. They are flexible in comparison to the self-contained types, as indoor units need not be install-ed on outside walls. They could be mounted on floor, wall or ceiling. However, they are restricted by the connecting pipes between the indoor and outdoor units and also the lack of fresh air supply. Indoor units require special provisions for the drain of condensed water.

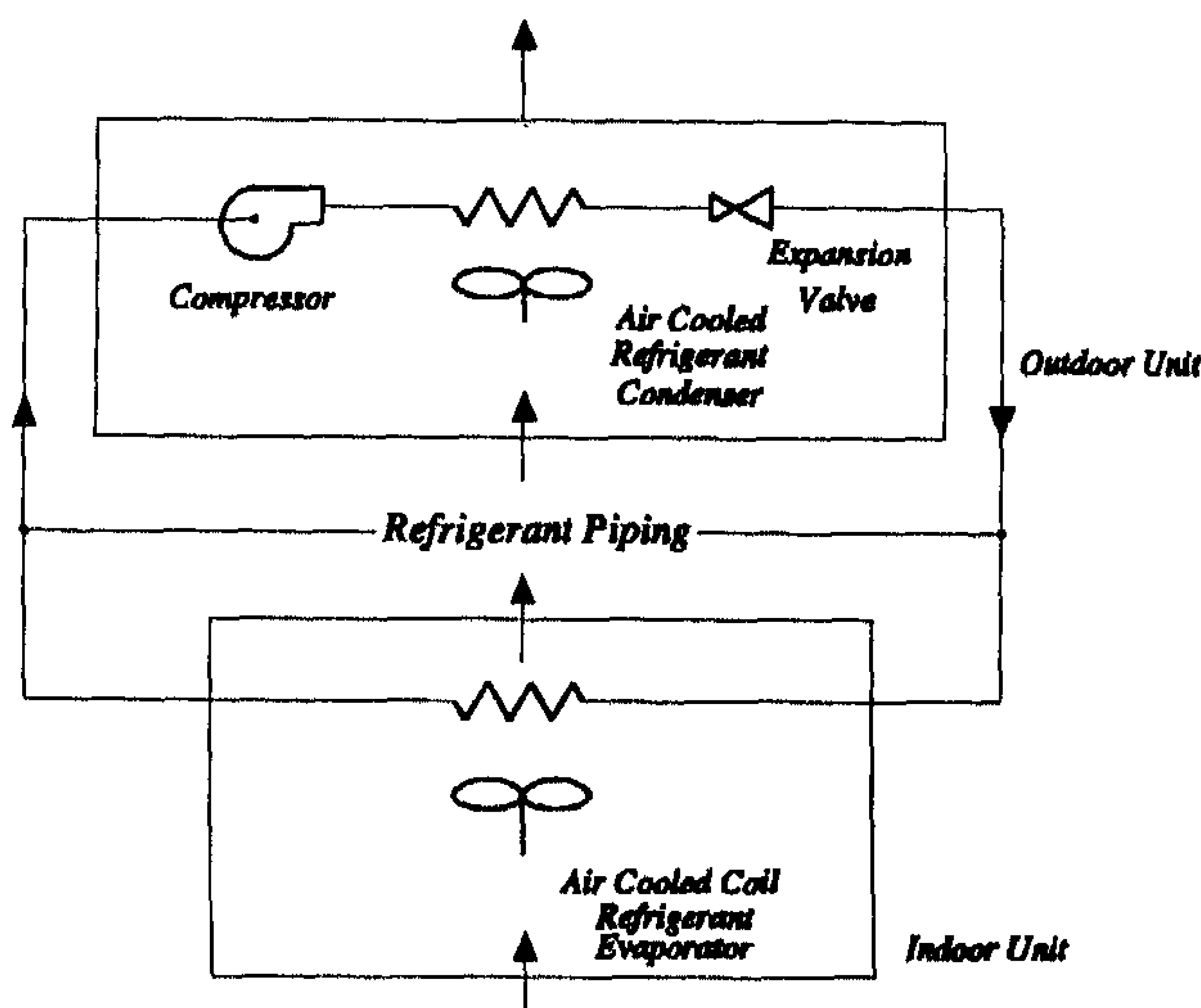



Fig. 5- A flow diagram of a split type air-conditioner (Porges, 1991).

**3- All-Air Systems**

These systems depend mainly on a central or a local plant where air handling units produce conditioned air. This air is transported through ducting to individual spaces. All-air systems fall into several basic categories: single zone system, variable air volume system, dual duct system, and multi zone system. These central air conditioning systems are suitable for public spaces of large buildings like hospitals, hotels, office buildings, etc.. They require special provisions for the ducting which must run throughout the building supplying conditioned air to the various spaces. (Haines & Wilson, 1994)

**4- Other Systems**

A large number of the other types of systems relies on a heating/cooling water which is circulated from a central plant. This includes induction systems, fan coil unit systems, and heat recovery systems. Induction systems depend on conditioned air supplied through high velocity ducts and cooled/heated water which is circulated from a central plant. It is particularly suitable for large heat loads with small air volume. Fan coil units are small single-zone room terminal units. They are served by chilled and/or hot water which is circulated from a central plant. This system is flexible, and provides good control. However, it requires special provisions for the supply of fresh air and for the drain of condensed water. It is mainly used in hotel and hospital bedrooms, and offices. Heat recovery units are self contained and enegy conservative. Room units' refrigeration/heat pump exchanges heat to water circulating throughout the building. Heat exchanged by units acting as coolers is supplied to units acting as heaters with a central plant balancing the heating and cooling loads. This system could be used effectively in offices of moderate climates.

The first two types of A/Cs were most commonly used in residential buildings of Egypt in the last era. They suit the independent system of apartment ownership. They are flexible and require minimum physical provisions on behalf of building owners. In addition, they are relatively lower in initial cost when compared with other types. This paper focuses on the architectural considerations necessary for the successful installation of those two systems on building facades.

## FACTORS AFFECTING ARCHITECTURAL DETAILS

In order to suggest potential solutions, all factors related to the installation, maintenance and operation of A/C units must be considered. These would include the physical appearance of A/C units on facades, maintenance and operation requirements, and the methods used for condensed water drainage.

The physical appearance of A/C units differs between various brands and types. While self-contained units have almost similar sizes and shapes, split systems are rather variable. Self-contained units are generally 66 x 43 cm in width and height, with a depth varying between 64 and 70 cm according to


Fig. 3- A pre-planned facade after installation of A/Cs

Facades of previous categories ignored the drainage needs of A/C equipment. Condensed water either drips from the equipment on the building facade or gets drained through a network of drain houses hanging across the facade. Both unplanned solutions damaged the facades of the majority of buildings.

The third category includes a limited number of recently constructed buildings in which facades were designed taking into account the possibility of installation of different types of A/Cs. Condensed water was carefully disposed of. Details of those facades are discussed later.

## AIR-CONDITIONING SYSTEMS

Heating, ventilation and air conditioning systems (HVAC) could be categorised into primary and secondary components. Primary systems include central apparatus such as chillers and refrigeration machines which provide the primary heating/cooling media. Such apparatus consume energy directly to produce chilled water, steam, hot water, etc. Secondary systems include air handling units, fan coil units, heating and cooling coils, radiators, etc. These terminal systems satisfy the individual space heating and cooling requirements. Primary and secondary systems could be either separated or combined in one unit. (Stanford, 1988)

Refrigeration in the primary systems could be done by compression or absorption. In compression systems (figure 4), vapour of the cooling medium enters a compressor which raises its pressure. Then, it is liquefied in a condenser by heat exchange with cooling water or air. This cooled liquid passes through an expansion valve to reduce its pressure. The low pressure cool liquid is transported to the evaporator of the secondary system where it absorbs heat from the medium to be cooled. In absorption systems, low pressure refrigerant vapour is dissolved in water in a generator where high pressure vapour is driven out of the solution by heat. The vapour is liquefied in a condenser and expanded through an expansion valve, as in compression systems. The low pressure liquid is then transported to the evaporator of the secondary system where it absorbs heat from the medium to be cooled. (Porges, 1991)

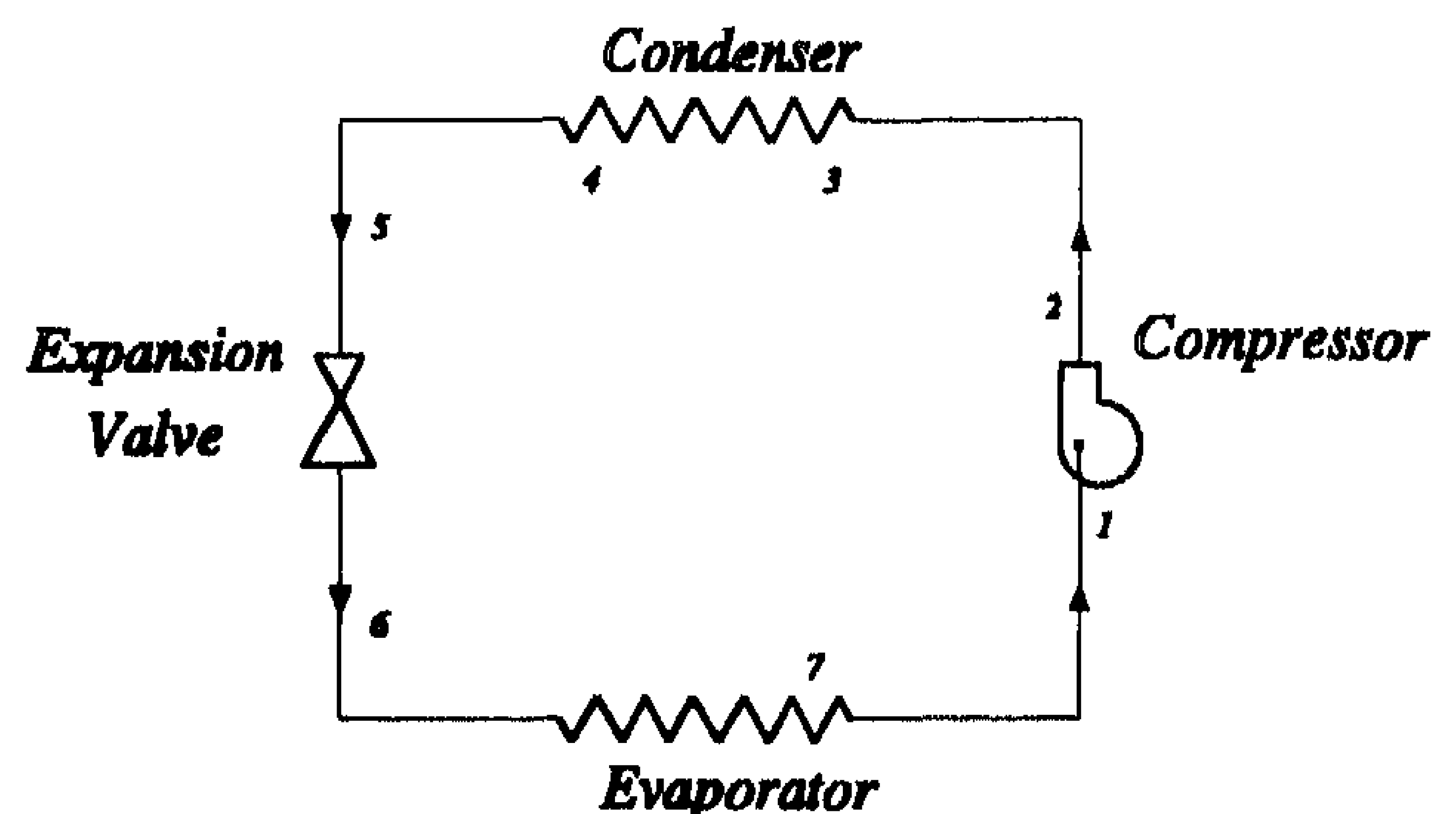


Fig. 4- Flow diagram of a compression refrigeration system (Porges, 1991).

Secondary systems cool air by surface type coolers or by air washers. In direct surface type coolers, air is cooled by heat exchange with the refrigerant. It is circulated by a fan on a cooling coil refrigerant evaporator. In indirect surface type coolers, air is cooled by heat exchange with water which has been previously cooled by the refrigerant. In spray washers, air is cooled by a cool mist caused by spray nozzles. (Porges, 1991)

HVAC secondary systems depend mainly on air-handling units. These include a fan (or fans), cooling and/or heating coils, and air filters. Most units include a mixing chamber with outside and return air connections with dampers. Cooling coils may use chilled water, brine or a refrigerant (direct expansion). Heating coils may use steam, high (or low) temperature water, or direct heating methods such as gas or electric heaters. (Haines & Wilson, 1994)

For the purposes of this study, air-conditioning systems could be classified into the main following types (Porges, 1991) :

### 1- Self-Contained (Wall Or Window) Units

Units of this integrated type are mounted through a wall or a window. The unit could be divided into two sections - the condenser section located outside the room and the evaporator section located inside the room. It is a low cost, flexible simple type. However, it

to the installation of those equipment was performed. Samples of building facades from different neighbourhoods of Cairo were documented, and the current status of air-conditioning equipment installation on those facades was analysed. In parallel, the most commonly used types of air-conditioning equipment in residential buildings were identified. The characteris-tics and physical requirements of those equipment were defined. The various parameters which influence the architectural aspects of buildings were determined. Several approaches for A/C installation were explored where some installation systems were suggested. They range from simple arrangements to elaborate systems which would run across the building. Sample details were also devised. Finally, recommendations regarding the factors which must be considered by architects were summarised.

## CURRENT STATUS

Building facades of modern Cairo could be categorised into the following types in regard to air-conditioning (A/C) equipment installation :

1- Facades which were built not accounting for the possibility of installation of air-conditioning equipment at all.

2- Facades which were built taking into consideration the possibility of installation of a certain type of air-conditioners.

3- Facades which were built taking into account the possibility of installation of any type of air-conditioners.

The first category includes buildings which were built before the 1970s and a large percentage of newly constructed ones. The installation of A/Cs on their facades followed a chaotic pattern dependent on the internal arrangements and requirements of every single user without any consideration of the effect to the building facade (figure 1). In a rare minority, an organised pattern was instituted by owners. A/Cs were installed in agreed upon locations in all apartments, such as side wall facades (figure 2) or certain recesses.

The second category includes a significant number of buildings constructed in the last era, where A/Cs became common in use in residential buildings. The facades of those buildings were built to suit the installation of a specific type of A/C. They provided a standardised set-up, where fixed locations were defined for the installation of A/Cs all through the building. However, these pre-set locations were not always suitable for the internal arrangements and use patterns.



Fig. 1- A typical unplanned facade.

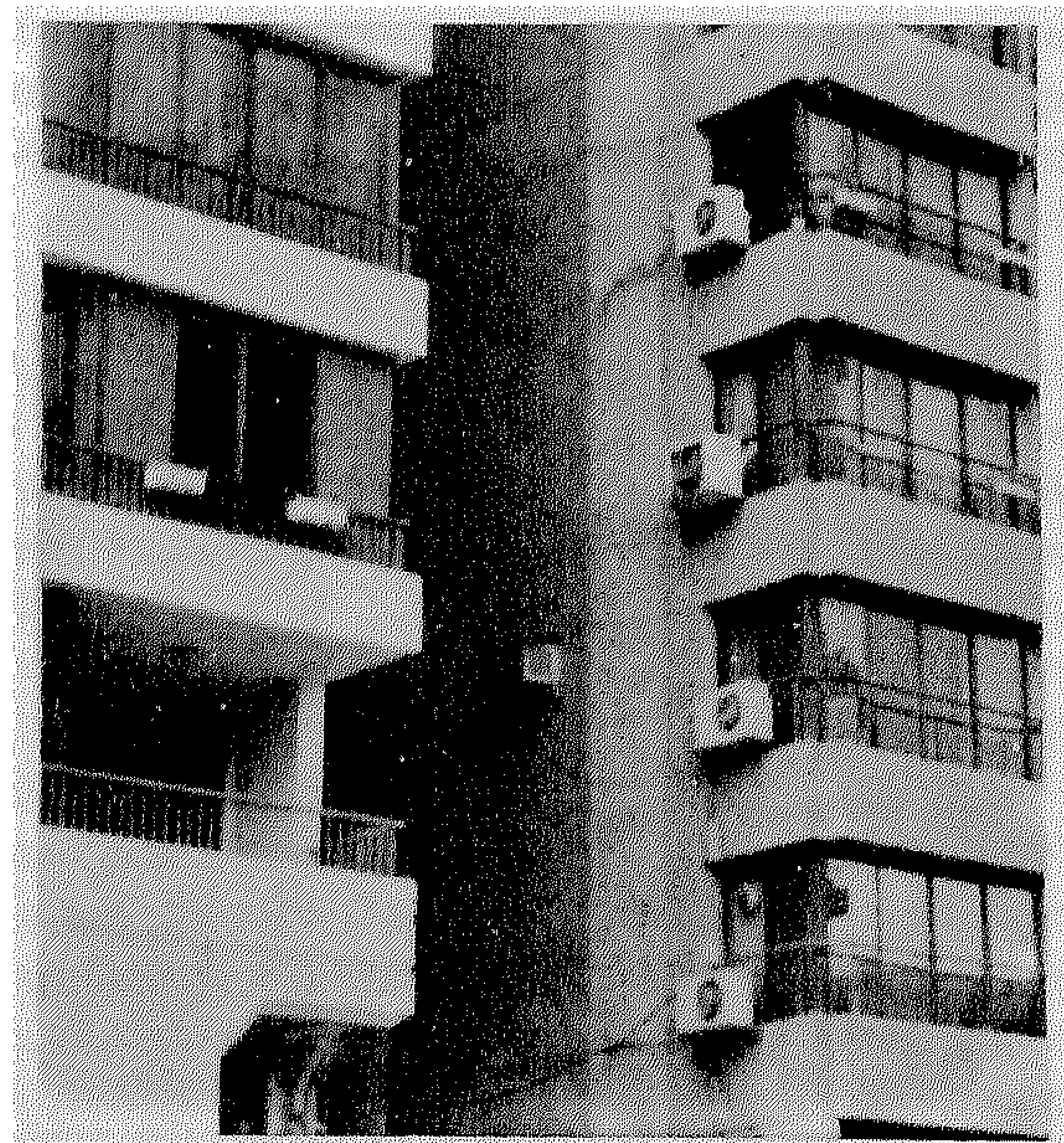


Fig. 2- A pattern organised by owners.

In many buildings, users ignored the predetermined locations and distorted the standardised set-up in a manner similar to that of the first category. Moreover, the standardised set-up was always tailored to suit a specific type of A/C (commonly: the self contained type). It became quite common to see -the now widely used- split unit types of A/Cs fixed on facades having standardised openings for the self contained A/C types. Those two types have totally different dimensions, characteristics and requirements. The result was another chaotic pattern similar to that of the first category (figure 3).

# INSTALLATION OF AIR-CONDITIONING EQUIPMENT ON APARTMENT BUILDING FACADES:
## Architectural Considerations and Details

By
Dr. Ahmed H. Sherif [1] and Eng. Mohamed G. Zein Eldin [2]

## ABSTRACT

Installation of air-conditioning equipment on facades of high and upper-middle-income class apartment buildings has become very common in the Egyptian cities in the last era. The architects of many of those buildings did not address the factors associated with the installation of A/Cs on their facades. The results were quite evident: air-conditioning equipment were haphazardly fixed creating a chaotic effect unrelated to original design.

This paper aims at defining the architectural considerations associated with the installation of Air-conditioning systems on the facades of apartment buildings in Egypt. Moreover, it aims at generating guidelines for designers of new buildings who must accommodate those equipment in order to keep up with this trend.

A survey of the current status of residential building facades in regard to the installation of A/C equipment is performed. Available types of A/Cs are defined and their main characteristics are analysed. Parameters which must be considered by architects for successful installation of the commonly used types of A/Cs are discussed. Several directions for installation details are explored. They range from simple arrangements to elaborate systems which would run across the building. Sample details are devised and introduced as examples which could be adopted in relevant conditions.

It is hoped that this paper would direct the attention of architects to the current problem, and would pave the way for their production of a variety of innovative details, thus contributing positively to our cityscape.

## INTRODUCTION

Installation of air-conditioning equipment on facades of apartment buildings has become very common in the last era. This is especially the case in the high and upper-middle-income class neighbourhoods of Egyptian cities. Building facades in these neighbourhoods were greatly influenced by the utilisation of those equipment, since the majority were not designed to accommodate their installation. The result was quite evident: air-conditioning equipment were haphazardly fixed on those facades creating a chaotic visual effect unrelated to original design. This was due to the fact that architects of those buildings did not address the factors associated with the installation of air-conditioning equipment on their facades. They either neglected the problem totally and left it to users who installed their own equipment wherever they liked, or they provided unsuitable details which did not suit the requirements of those equipment.

1-Lecturer: Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, Cairo University, Egypt, and the Dept. of Engineering, School of Sciences and Engineering, The American University in Cairo.
2-Graduate Student: Deptartment of Engineering, The American University in Cairo.

## OBJECTIVES AND METHOD

This paper aims at defining the architectural considerations associated with the installation of Air-conditioning systems on the facades of apartment buildings in Egypt. Moreover, it aims at generating guidelines for designers of new buildings who must accommodate those equipment in order to keep up with this trend. Thus, it provides architects with the tools necessary for addressing the current problem.

In order to achieve those objectives, a survey of the current status of residential building facades in regard

time a problem occurs .

4. Some people lack the positive attitude that a design or service can somehow be produced or performed differently at lower cost .

5. Designers often are reluctant to seek advice from others .

6. Shortage of time.

7. Rapid changes of technology

8. Lack of yardstick for measuring value .

9. Lack of good communication, misunderstanding , jealousy , and normal friction .

*REFERENCES*

*1- Alphonse , J.Dell Isola. ; "Value Engineering in the Construction Industry ," 3rd Ed, Van Nostrand Reinhold, New York, 1982.*

*2-Donald E.Parker for The Lawrence D. Miles Value Foundation , Value Engineering Theory, 1985.*

*3- Al-Salmi , Humoud ;" Value Engineering Potential", Saudi Arabia , 1989.*

*4- James J.O.Brien , P.E, " Value Analysis In Design and Construction ," 1976.*

*5- Stephen. J.Kirk; "Integration VE into the Design Process," Save Proceedings International Conference , 1990.*

*6- Luis M. Venegas, "Dare We Think Differently." Value World Journal 1992, VOL.(14) No..(4)*

*7-J.J Kaufman.; "Function Analysis System Technique (FAST) for Management Application " Save Proceedings International Conference , 1979.*

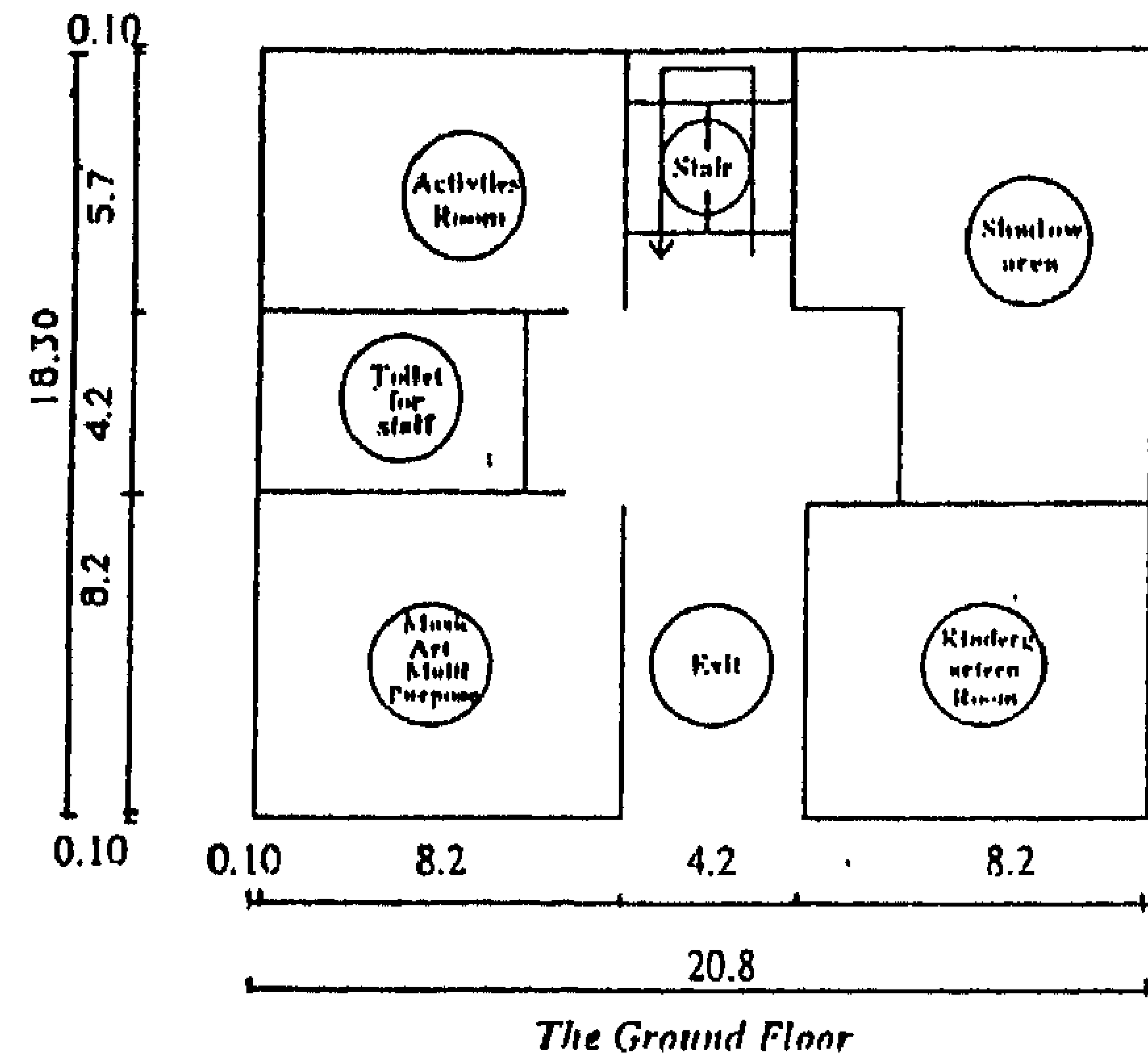
*8- Rechard J. Park ; " Value and Quality Conflict or Complement ," Value World Journal 1991, VOL .(14) No. (2)*

*9- Society of American Value Engineers, Certification Manual , January 1991.*

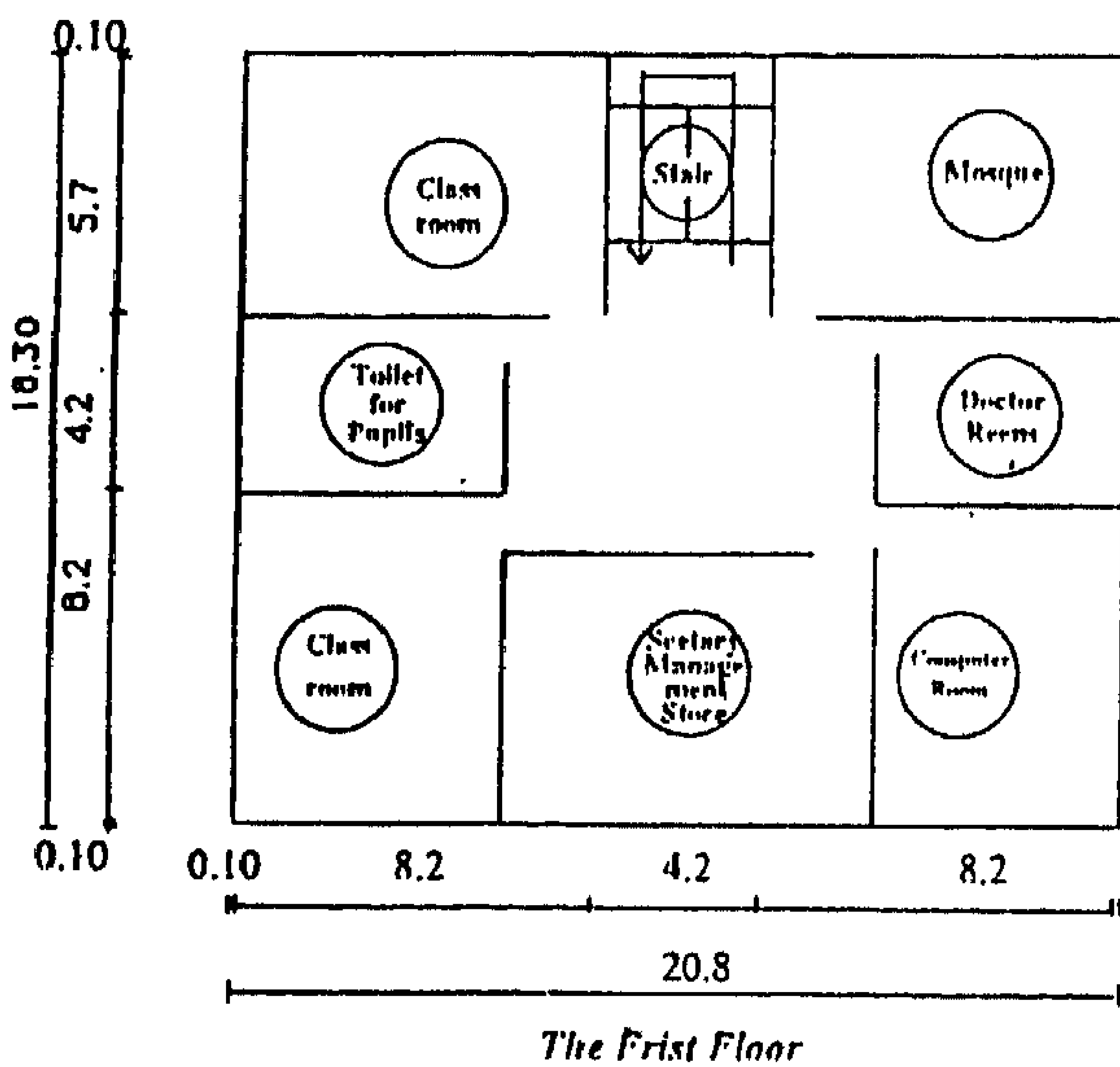
*10- A.R.E The Public Institute for Education Buildings , Competition for Design of the Education Building Models , 1992.*

*11- ARE. Ministry of Education , Studies and Models for Design of Some Education Buildings .*

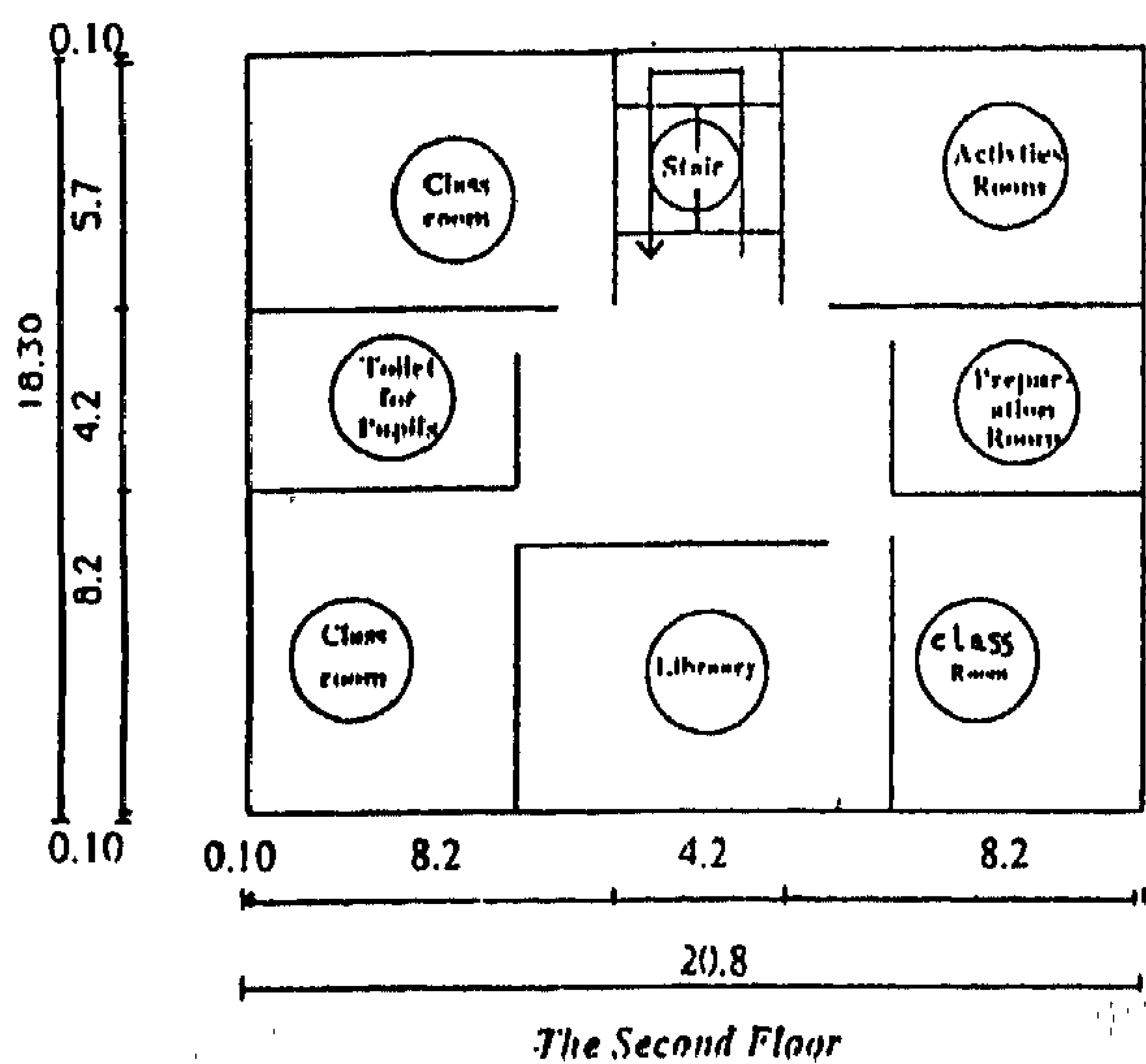
*12- Primary School 6,11, and 16 classes , ARE. Public Administration for Education Buildings.*



*The Ground Floor*



*The Frist Floor*



*The Second Floor*

Fig. 14- Design proposal

| COMPONENT | PRESENT | PROPOSED | TOTAL SAVINGS |
|---|---|---|---|
| Classrooms | 264 | 220 | 44 |
| Preparation room | 22 | 22 | – |
| Laboratory | 66.4 | 0 | 66.4 |
| (Music/Art/Multi Purpose) room | 68.2 | 64 | 4.2 |
| Kindergarten room | 56 | 64 | -8 |
| Shadow area | 56 | 67.1 | -11.1 |
| Secretary/Management and store room | 66.7 | 63 | 3.7 |
| Doctor room | 22 | 22 | – |
| Activities rooms | 207 | 88 | 119 |
| Computer room | – | 44 | -44 |
| Library | 56 | 63 | -7 |
| Teacher rooms | 44 | – | 44 |
| Toilet for staff | 31.2 | 22 | 9.2 |
| Toilet for pupils | – | 44 | -44 |
| Exit | 48 | 33.6 | 14.4 |
| Stair | 1676 | 66 | 110 |
| Mosque | – | 44 | -44 |
| Corridors | 283.3 | 129.6 | 153.7 |
| Columns area | 5.04 | 2.8 | 2.24 |
| Partitions | 190.2 | 82.82 | 107.38 |
| Total | 1662.04 | 1141.92 | 520.12 |

Fig 15- Proposal phase

| VALUE ENGINEERING PROPOSAL |
|---|
| Project : Primary school ( 6 Classrooms )<br>Item : Schematic Design |
| **Present Design :**<br>One story 1662-04 gross 39. mt., 200 pupils population and 40 children.<br>The study identified several area for savings.<br>The design has no mosque, computer room, multi purpose room, canteen and toilet for pupils.<br><br>**PROPOSED DESIGN**<br>One story, 1141.92 gross sq. mt 200 pupils population and 40 children.<br>**The VE proposes :**<br>1- One room (8x8) for art/music/multi purpose<br>2- One room (8x5.5) for domestic/canteen/ agr.<br>3- One room (8x5.5) for computer<br>4- Construct mosque (8x5.5)<br>5- Eliminate one classroom<br>6- Eliminate laboratory & use pupil kits<br>7- Construct toilet ( 4x5.5) for boys<br>8- Construct toilet (4.5.5) for girls |
| Cost Summary |
| Present Design 1662.04 m 2<br>Proposed Design 1141.92 m2<br>Initial Area Savings 520.12 m2 |

Fig. 16- Value Engineering proposal

**Reasons for poor value :**

1. Lack of information due to unknown requirements , misunderstanding the full requirements of the jobs, or failure to have time to investigate it thoroughly.
2. Decisions based on wrong beliefs ( making decisions based on assumed user needs )
3. Thinking and doing things in the same way each

ANALYTICAL PHASE
CRITERIA WEIGHING PROCESS

Project Primary School — Item
Team — Date

| Criteria | | Weight | Raw Score |
|---|---|---|---|
| A. | CONSTRUCTION COST | 9 | 12 |
| B. | AESTHETICS | 1 | 1 |
| C. | COMFORT PUPILS | 9 | 12 |
| D. | EFFECIENCY RATIO | 10 | 13 |
| E. | MAINTENANCE | 4 | 5 |
| F. | REDESIGN TIME | 1 | 1 |
| G. | | ........... | ........ |
| H. | | ........... | ........ |
| I. | | ........... | ........ |

How Important
4-Major Preference
3-Medium Preference
2-Minor Preference
1-Slight, No Preference
One Point each( Letter/Letter)

| | B | C | D | E | F | G | H | I |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | A-4 | ACI | AD1 | A-2 | A-4 | | | |
| B | | C-4 | D-4 | E-3 | BF1 | | | |
| C | | | CDI | C-2 | C-4 | | | |
| D | | | | D-3 | D-4 | | | |
| E | | | | | E-2 | | | |
| F | | | | | | | | |
| G | | | | | | | | |
| H | | | | | | | | |

Fig. 12- Criteria weighing process

ANALYSIS MATRIX
Project
Basic function
List the best ideas from ranking and comparison techniques, determine which one stacks up the best against the desired criteria.

| ALTERNATIVES / Relative WEIGHTS | A | B | C | D | E | F | G | H | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9 | 1 | 9 | 10 | 4 | 1 | | | |
| 1-Linear shape- Double loaded corridor | 36<br>4 | 3<br>3 | 36<br>4 | 40<br>4 | 12<br>3 | 3<br>3 | | | 130 |
| 2-L shape- Double loaded corridor | 27<br>3 | 3<br>3 | 27<br>3 | 30<br>3 | 12<br>3 | 3<br>3 | | | 102 |
| 3- I shape-Double loaded corridor | 36<br>4 | 9<br>3 | 36<br>4 | 40<br>4 | 12<br>3 | 3<br>3 | | | 139 |
| 4-Court shape-Double loaded corridor | 27<br>3 | 3<br>3 | 18<br>2 | 42<br>4 | 8<br>2 | 2<br>2 | | | 98 |
| 5-Mixed hall & class-room in four sides | 36<br>4 | 2<br>2 | 36<br>4 | 30<br>3 | 12<br>3 | 2<br>2 | | | 118 |
| 6-No corridor-4-classrooms in each floor | 45<br>5 | 3<br>1 | 45<br>5 | 50<br>5 | 12<br>3 | 4<br>4 | | | 159 |
| 7- | | | | | | | | | |
| 8- | | | | | | | | | |
| 9- | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | |

Excellent- 5 Very Good-4, Good-3, Fair- 2, Poor-1
Seek the Best- Not Perfection

Fig. 13 - Analysis matrix

Fig. 11- Idea comparison

PROJECT

Select the most feasible ideas or combination of ideas. List them below. List both the advantages and disadvantages of each idea to determine where additional work must be done .

| IDEA | ADVANTAGE | DIS-ADVANTAGE | RANK |
|---|---|---|---|
| 1- Classroom for subject not for grade. | More economic- Comfort teacher | Not compatible with curriculum- Not comfortable for pupils | 5 |
| 2 - No room for art and music but use the classrooms for this. | More economic- Comfort pupils. | Not compatible with curriculum | 5 |
| 3 - Combine art and music room | Save room Increase utility | One room | 9 |
| 4 - Eliminate one classroom | Save room | No disadvantage. | 10 |
| 5 - Eliminate laboratory room and use pupil kits. | Save laboratory- Increase utility. | No disadvantage | 10 |
| 6 - Eliminate teacher's room and use library | Save rooms- Increase utility | No disadvantage | 10 |
| 7 - Combine the domestic economy, agricultural work and canteen | Save two room- Increase utility | No disadvantage | 10 |
| 8 - Construct mosque | Education goals | No disadvantage | 10 |
| 9 - Construct multi purpose room. | Education goals | Increase cost | 8 |
| 10 - Use two classrooms as multi purpose room | Save room | Not compatible with curriculum | 6 |
| 11 -Use hand work room as multi purpose room. | Save room | One room | 9 |
| 12-Use one room for art, music and multi purpose | Save 2 room | No disadvantage | 10 |
| 13-Art/music/multi purpose room beside hand work room | Use two rooms as multipurpose room | No disadvantage | 10 |
| 14- Decrease the area of music room (40x1.3=52.0) | Save area- Save money | No disadvantage | 10 |
| 15- Decrease the area of hand work room (20x1.3=26.0)- boys only. | Save area- Save money. | No disadvantage | 10 |
| 16- Linear shape school single loaded corridor. | Linear shape save area. | (SLC) waste area | 9 |
| 17- Linear shape school double loaded corridor | (LS) save area (DLC)save area | No disadvantage | 10 |
| 18- L shape school single loaded corridor | We can convert L to U shape | (SLC)waste area | 8 |
| 19- L shape school double loaded corridor | We can convert L to U shape | No disadvantage | 10 |
| 20- I shape school single loaded corridor | I shape save area | (SLC) waste area | 9 |
| 21- I shape school double loaded corridor | I shape save area | No disadvantage | 10 |
| 22- U shape school single loaded corridor | suitable for big school | (SLC) waste area | 8 |
| 23- U shape school double loaded corridor | suitable for big school | No disadvantage | 10 |
| 24- Court shape single loaded corridor | suitable for mediate school | (SLC) waste area | 9 |

Fig. 11- Idea comparison ..... ( Cont. )

| IDEA | ADVANTAGE | DIS-ADVANTAGE | RANK |
|---|---|---|---|
| 25- Court shape double loaded corridor | Suitable for, mediate school | No disadvantage | 10 |
| 26- H shape single loaded corridor | (HS) save area | (SLC) waste area. | 9 |
| 27- H shape double loaded corridor | Suitable for mediate school | No disadvantage | 10 |
| 28- Mixed hall & classrooms in four sides | Use mixed hall as a multi purpose room | No disadvantage | 10 |
| 29-No corridor - 4 classes in each floor | Suitable for small school | School is separate units | 10 |
| 30- Articulated shape single loaded corridor | suitable for big school. | (SLC) waste area. | 8 |
| 31- Articulated shape double loaded corridor | suitable for big school | No disadvantage | 10 |

The criteria weighing process shown in fig. (12) is designed to isolate important criteria and establish their weights or relative importance . In the analysis matrix shown in fig. (13) each alternate is listed and ranked against each critereon. The rank and weight of each constraint are multiplied and totalled . The alternates are then scored for recommended implementation .

**(3-5) Proposal Phase.**

The proposal phase, sometimes called the program planning and reporting phase , includes reviewing all proposed solutions to assure that the highest value and significant savings are really being offered , making a sound proposal to management and presenting a plan for implementing the proposal as shown in fig .(14) , 15, and (16).

## (4) CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

Value Engineering is the method used for improving the building value by improving the relationship between the building's function and its cost.

The VE job plan, supported by a number of techniques, is executed systematically in different phases . The objective is to identify and eliminate the unnecessary costs through the development and evaluation of value alternatives.

VE should always be part of the design process. A good designer is continually thinking of VE type thought all the time , weighing trade offs, comparing alternatives, studying , consulting with others, etc. All designers should understand, be familiar with , and welcome the VE process.

The benefit/ cost ratio of VE ideas is greatest in earlier stages of the design , and this ratio then decreases exponentially as the design proceeds .

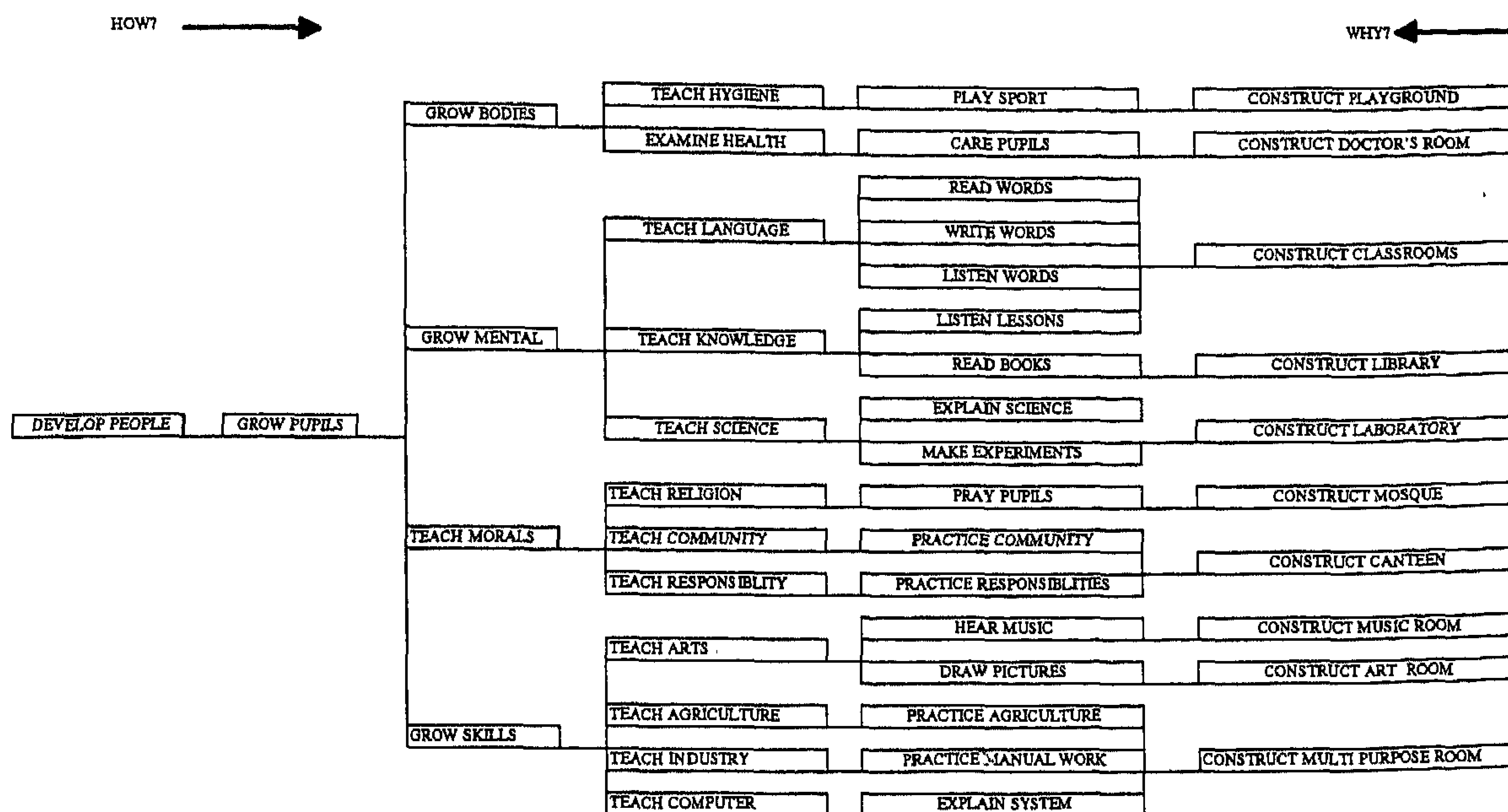



Fig. 9- F.A.S.T. for primary school

| QTY | UN, SM | COMPONENT | FUNCTION | | K | PRES ,SM | WORTH SM | VI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | VERB | NOUN | | | | |
| 6 | 44 | CLASSROOMS | TEACH | PUPILS | B | 264 | 220 | 1.2 |
| 1 | 22 | PREPARATION | TEACH | PUPILS | B | 22 | 2.933 | 7.5 |
| 1 | 64 | LABORATORY | TEACH | PUPILS | B | 66.4 | 6.933 | 9.5 |
| 1 | 66 | MUSIC ROOM | TEACH | PUPILS | B | 68.2 | 8.667 | 7.8 |
| 1 | 56 | KINDERGARTEN | SHELTER | CHILD | B | 56 | 56 | 1.0 |
| 1 | 56 | SHADOW AREA | SHELTER | CHILD | B | 56 | 56 | 1.0 |
| 1 | 22 | SECRETARY ROOM | SHELTER | PEOPLE | B | 22 | 22 | 1.0 |
| 1 | 22 | DOCTOR ROOM | CURE | PUPILS | B | 22 | 22 | 1.0 |
| 2 | 98. | ACTIVITIES ROOMS | TEACH | PUPILS | B | 207. | 6.933 | 30. |
| 1 | 56 | LIBRARY | SHELTER | BOOKS | B | 56 | 56 | 1.0 |
| 3 | 5.7 | STORE ROOMS | STORE | OBJECTS | S | 17.1 | | |
| 2 | 22 | TEACHER ROOMS | SHELTER | TEACHER | S | 44 | | |
| 1 | 15. | TOILET | SHELTER | STAFF | B | 16 | 7.6 | 2.1 |
| 2 | 7.6 | TOILET | SHELTER | TEACHER | B | 15.2 | 15.2 | 1.0 |
| 2 | 24 | EXIT | SHELTER | PEOPLE | B | 48 | 16.0 | 2.0 |
| 8 | 22 | STAIRS | PROVIDE | ACCESS | B | 176 | 132.0 | |
| 2 | 13. | ADMINISTRATION | SHELTER | PEOPLE | B | 27.6 | 27.6 | 1.0 |
| 4 | | CORRIDORS | SHELTER | PUPILS | S | 283.3 | | |
| 42 | .12 | COLUMN AREA | SUPPORT | LOAD | B | 5.04 | 5.04 | 1.0 |
| | | PARTITIONS | PROVIDE | SPACE | S | 190.2 | | |
| | | TOTAL | | | | 1662 | 66.0 | 2.5 |

K- Kind B- Basic S- Secondary VI- Value Index= Present/ Worth

Fig. (10) Function analysis

INFORMATION PHASE

| | | |
|---|---|---|
| Study No. 1 | Study Date 1-2-1993 | |
| Study Title<br>PRIMARY SCHOOL.( 6 CLASSROOMS MODEL) | | |
| Name | Title | Tel. No. |
| Team Leader<br>TAREK M.M MOSTAFA | CONS. MANAGEMENT | |
| Team member<br>AMNA ABED EL -AAL SHAMIKH<br>AMIRA ABED EL-HAKEEM<br>SHAHINAS ABED EL-RAHEEM<br>KAMEL RIZK ALI<br>SAMER HASN<br>MOHAMED MAHMOUD | PRIMARY SCHOOL-MANAGER<br>ARCHITECT<br>STUDENT<br>STRUCTURAL ENGINEER<br>CONS. MANAGEMENT<br>ARCHITECT | |
| Describe Problem to be Studied<br>1 - PROVIDE SHELTER FOR 200 STUDENTS ( GRADES : 1-5)<br>2 - PROVIDE SHELTER FOR 40 CHILDREN<br>3 - PROVIDE BASIC BUILDING SPACES CONSISTING OF :<br>6 CLASSROOMS<br>1 PREPARATION ROOM<br>1 LABORATORY<br>1 MUSIC ROOM<br>1 KINDERGARTEN ROOM<br>1 SHADOW AREA<br>1 SECRETARY ROOM<br>1 DOCTOR ROOM<br>2 ACTIVITIES ROOM<br>1 LIBRARY<br>3 STORE ROOM<br>2 TEACHER ROOM<br>4 TOILET<br>2 EXIT<br>2 STAIR<br>2 MANAGEMENT ROOM | | |

Fig. 7- Gathering information

| Subjects | Grade (1) | Grade (2) | Grade (3) | Grade (4) | Grade (5) |
|---|---|---|---|---|---|
| Religion education | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Arabic language | 10 | 10 | 10 | 10 | 9 |
| Arithmetic | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Social studies | - | - | - | 2 | 3 |
| General knowledge & environment Activities | 3 | 3 | 6 | - | - |
| Science & Hygiene | - | - | - | 2 | 2 |
| Art education | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Physical education | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Music education | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Handwork | - | - | - | 2 | 2 |
| Sum of sessions | 27 | 27 | 30 | 30 | 30 |

Fig. (8) The Sessions and subjects in the primary school curriculum

such as : Toilets, mechanical rooms , electrical rooms, telephone closets, janitorial closets, lockers for maintenance , custodian staff , building management storage , and a loading dock . Support space also includes " circulation space" for stairs , elevator shafts, elevator lobbies , and fire exit corridors.

Support space = 627.2 m$^2$

Latent space is the area of the building taken up by its exterior walls , fixed interior core partitions, and shafts.

Latent space = 195.06 m2

GSA = NSA + Support space + Latent space

GSA = (NSA)/ (efficiency ratio )

1662 = (839.74) / ( efficiency ratio )

Efficiency ratio = 0.5

Min, area for a pupil in classroom = 1.1 m2

Min., area for a pupil in music / art room = 1.30 m2

Min. , area for a pupil in activity room = 1.3 m2

Girls / boys ratio = 1:1

The max. distance between the classroom door and the stair = 18 m

W.C for pupils in separated building.

It is necessary that good, accurate cost be obtained . These are just important to our future work in the job plan .

**(3-2) Function Phase :**

Fig (9) shows the function phase procedure.

**WHAT IS THE VALUE OF THE FUNCTION?**

To answer this question we must know the study plan for the primary school.

Fig.(8) shows the subjects and their sessions per week .

**WHAT IS THE WORTH ?**

Fig (10) shows the worth

**(3-3) Speculative Phase**

This is the creative stage of the value study. Generate as many ideas, processes or methods to fulfill the basic functions that the items under study must perform . Do not evaluate the ideas during this phase .

**What else will perform the required function ?**

**CAN THE DIMENSIONS BE CHANGED ?**

**(3-4) Analytical Phase**

In this phase the team examines the alternates generated during the preceding phase in order to select ideas worthy for further evaluation and investigation as shown in fig. (11).

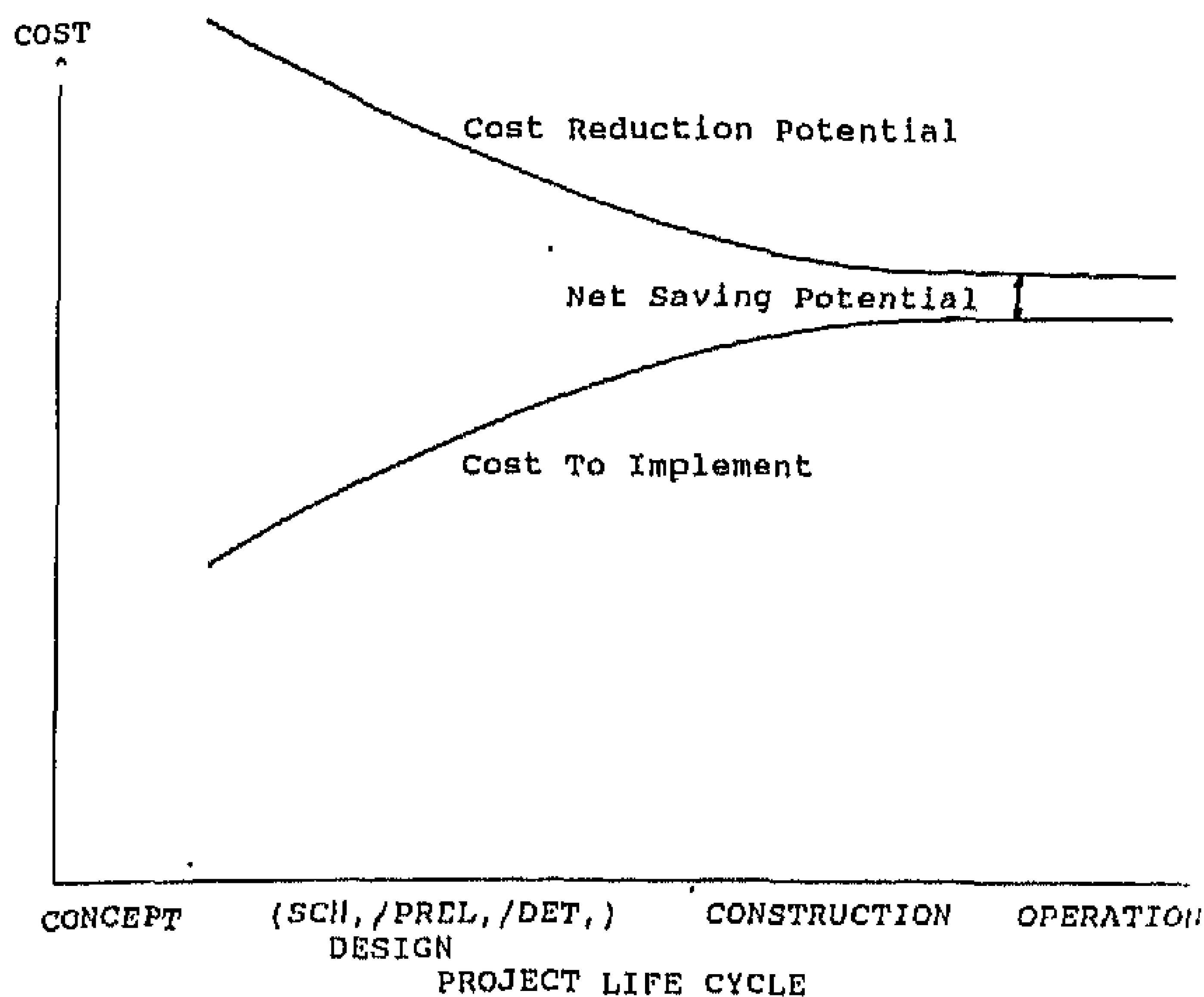



Fig. 2 - Net Saving Potential

## (3) CASE STUDY

The nature of school education and of the curricula which reflect its character and its trends is determined by the economic, political, and social conditions prevailing in the country concerned, and also by its culture , traditions , and ideals.

It is undeniable that education is bound up with the conditions in which different peoples live and that teaching tends to reflect the needs and aspirations of the communities they form.

### (3-1) Information Phase

This is the first in-depth working phase of the job plan. We must answer the question

### WHAT IS IT ?

The answer of this question is in fig. (3), (4), (5), (6), (7), and (8).

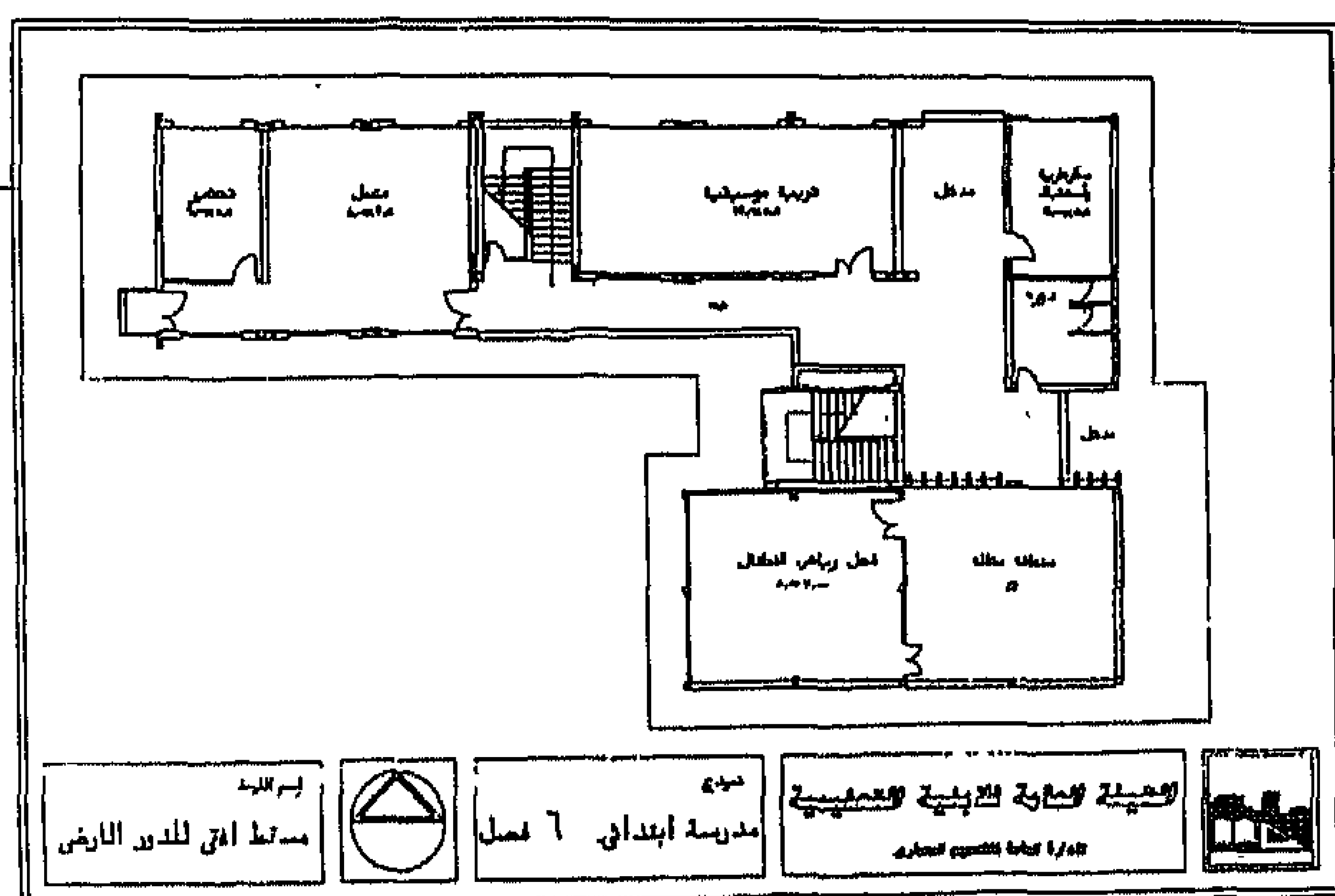


Fig. 3- Ground floor

It considers all the net areas of programmed usable space without regard to rental classification

Net square area (NSA) of the primary school (6 classes model) = 839.74 m2

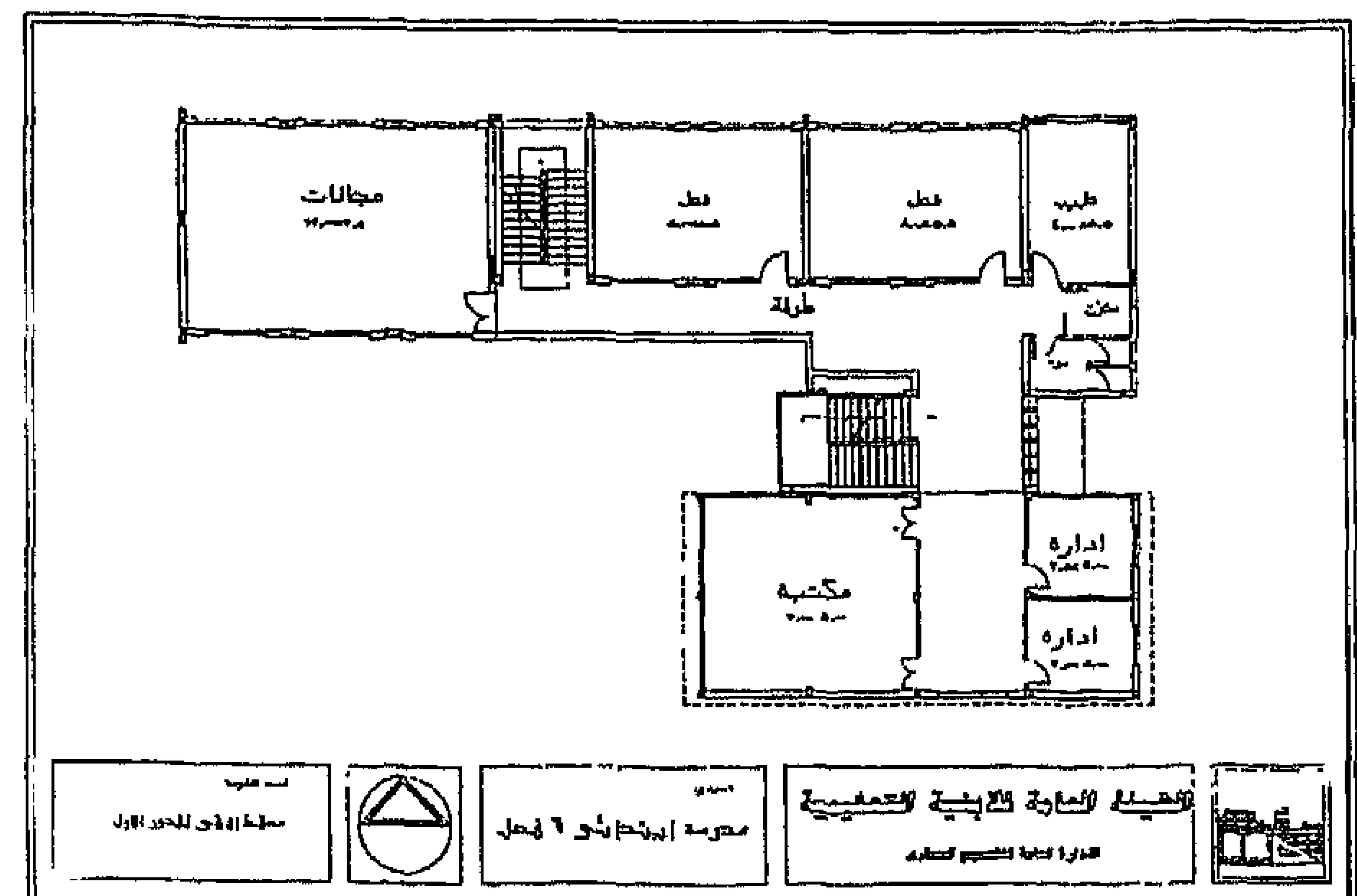


Fig. 4- First floor

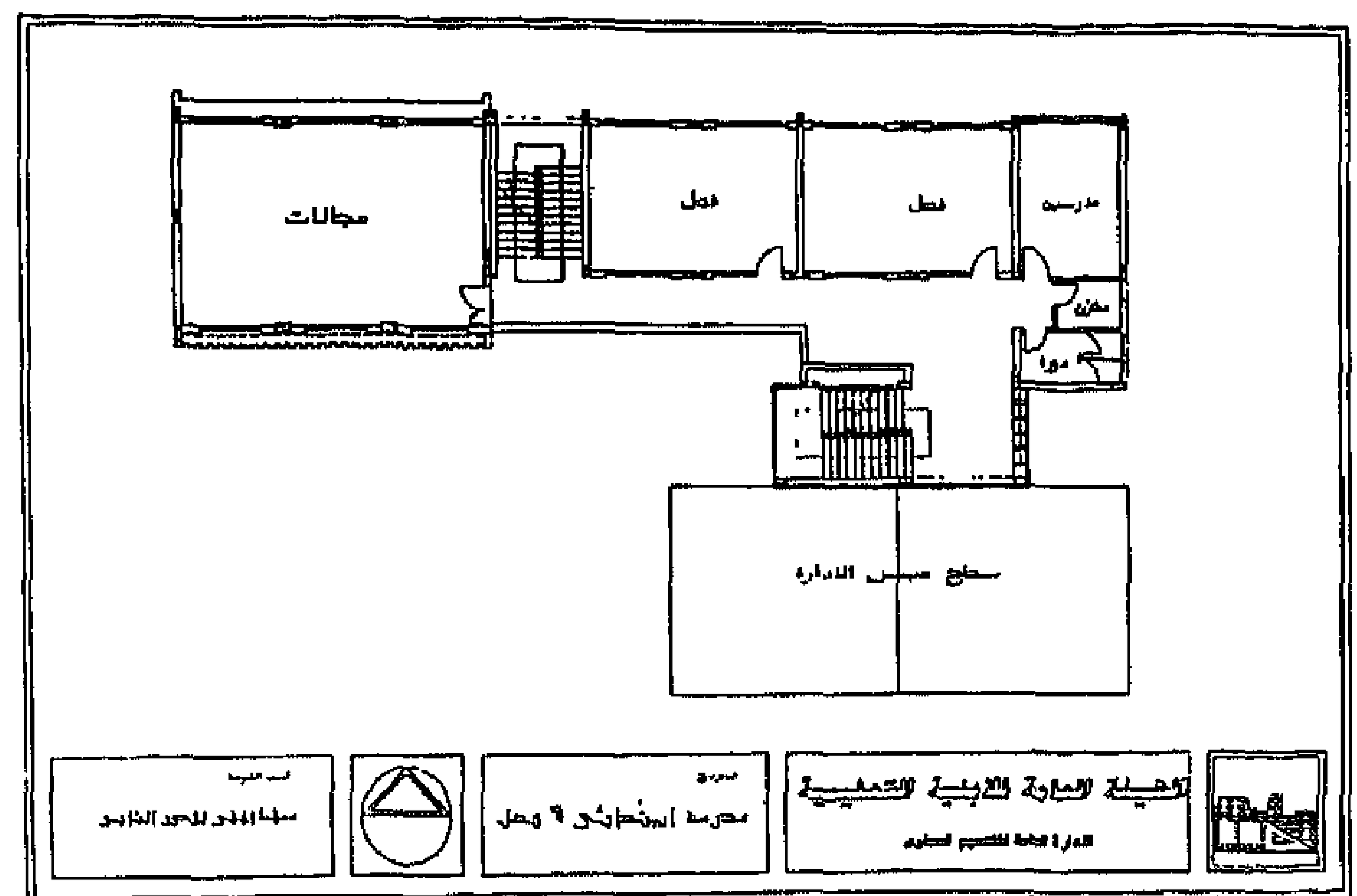


Fig. 5- Second floor

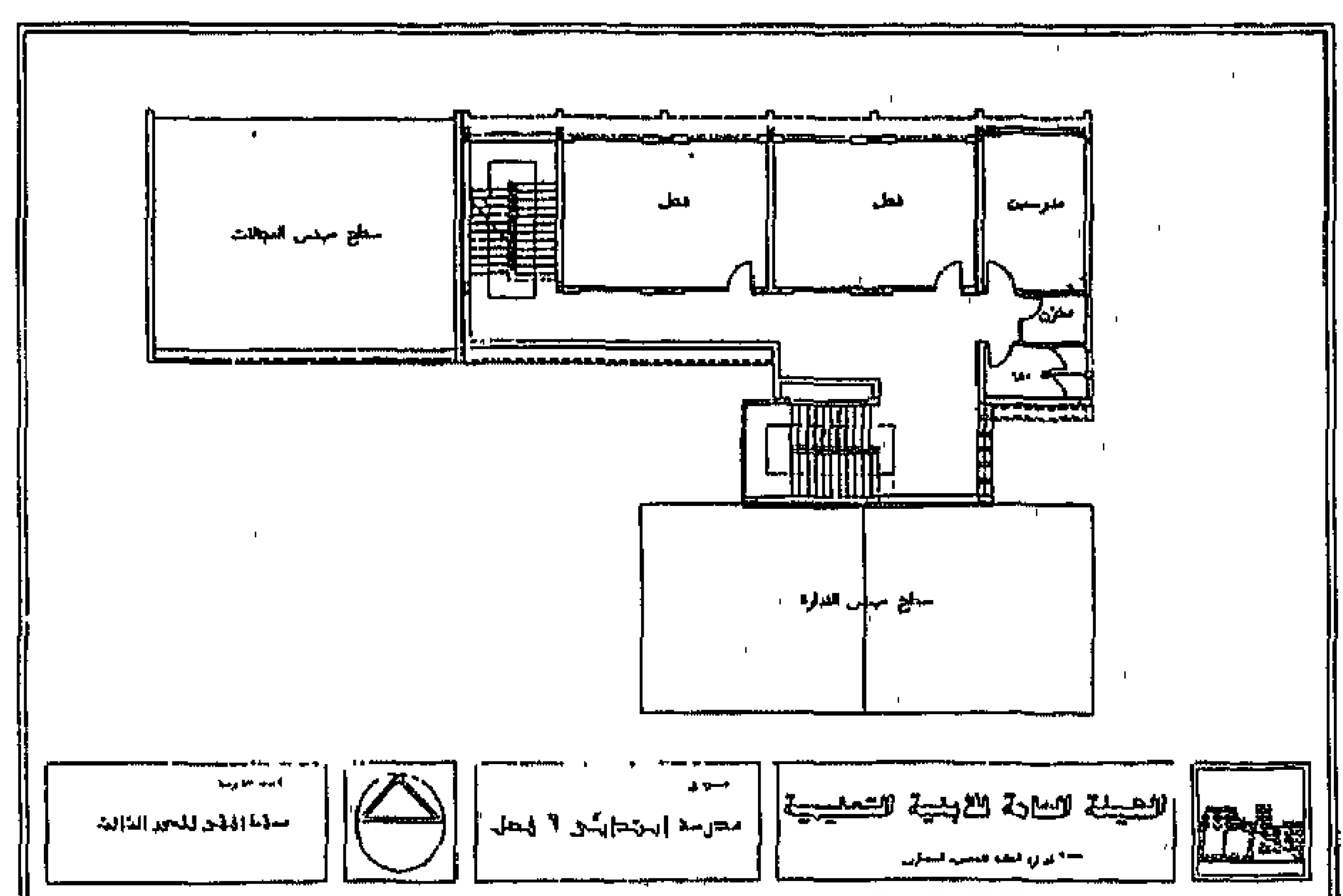


Fig. 6- Third floor

Gross square area (GSA) is the sum of the construction area of a building .Floors are measured to the outside finished surface of permanent exterior building walls . GSA includes all enclosed floors of the building, basements, mechanical equipment floors, and penthouses .

Gross square area (GSA) = 1662 $m^2$

Building support space normally includes space to support the building population on each floor

critical path functions, supporting functions and unnecessary functions.

Function analysis and FAST are the keys to improve the value.

Total cost as defined contains three basic areas of cost which must be analyzed and related to each other at all times, These are :

Design cost , construction cost , and operation and maintenance cost.

Creativity is a basic element in the value engineering. It is the development of ideas new to the individual, while not necessarily new to someone else .

The creative process is a mental process in which past experience is combined and recombined to form a new combination which will satisfy some need . Creative thinking must produce useful ideas, not just ideas. There are a number of creative techniques available for problem solving situations; some are used by individuals working alone, others for use by groups. Group creativity involves a collective search for design solutions.

## (2) TECHNIQUES OF VALUE ENGINEERING

Technique of VE is described in Figure (1) This includes five basic phases :

**a- Information Phase**

In which, the information sources , types, and cost model are to be discussed.

**b- Function Analyses Phase**

In this phase, the difference between use function and aesthetic function , and the difference between basic and secondary functions are to be pointed out. The most important point is to determine the cost ,the worth, and value index (FAST ) diagrams used in the phase.

**c- Speculative Phase**

During this phase of the job plan, principle questions are to be answered. The phase mainly serves to introduce new ideas on row to perform the basic functions. Different techniques are to be employed in this phase .

**d- Analytical phase**

In this phase the team examines the different alternatives generated during the preceding phase and then develops them into lower-cost or energy- saving ideas and lists feasible alternates . Analysis by comparison, analysis by evaluation and life cycle costing are used to determine the best solution .

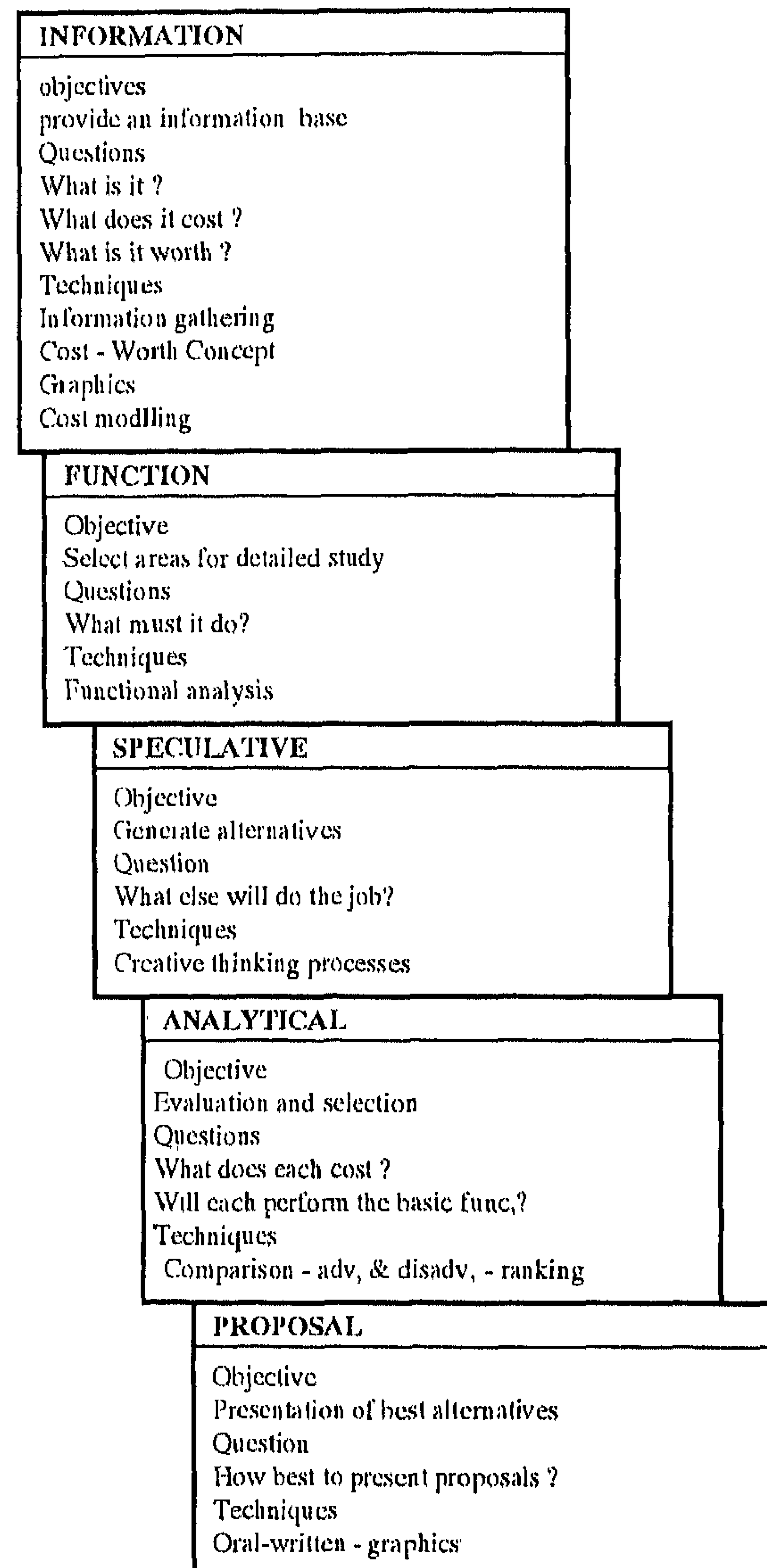



Fig. 1- Phases of the Value Engineering jop plan

**e- Proposal Phase**

The group must thoroughly review all alternate solutions being proposed to be assured that the highest value and significant saving are really being offered.

The most important factors affecting the selection of the appropriate time for applying VE are the volume of the savings and the degree of acceptance of the environment in which VE is to be applied.

Value Engineering can be applied in all the phases of life cycle of a building Fig.(2)

The most appropriate phase for the Value Engineering team to begin studying the building is after the schematic design phase .

# VALUE ENGINEERING IN SCHEMATIC DESIGN PHASE

By
Eng. Tarek M. Moustafa *, Dr. Ahmed H. Ismail**, and
Dr. Mohamed H.Elzanaty ***

## ABSTRACT

Value Engineering is an important process that should be applied to have effective building. It is used for improving the building value by improving the relationship between the function of the building and its cost.

Value Engineering examines function and eliminates unnecessary cost without affecting quality. It can be applied in all the phases of the life cycle of a building: concept, design, construction, operation, and maintenance.

The most appropriate phase for the Value Engineering team to begin studying the building is after the schematic design phase.

This study introduces the Value Engineering Methodology, technique, process, and the requirements to apply it. It focuses on the schematic design phase. The thesis demonstrates the application of the Value Engineering on a case study, primary school schematic design.

The study shows the benefit of using the Value Engineering approach.

## (1) VALUE ENGINEERING METHODOLOGY

Value Engineering is the systematic application of recognized techniques which identify the function and provide the necessary function reliably at the lowest overall cost.

The value Engineering systematic approach is concerned primarily with the economic value. Value as used in the systematic approach is defined as, " the lowest cost to reliably provide required functions or service at the desired time and place and with the essential quality".

Economic value in fact comprises four specific kinds of value, each of which is descriptive. They are: Use value ( need ), esteem value (want), exchange value ( worth ), and cost value ( life cycle cost ).

The function is the end result desired by owner, and it is what is paid for. Function analysis allows decision makers to determine ( Why ) a building is being designed and ( How ) a design is to be executed. It describes this purpose in direct term using verbs and nouns, and it assigns both actual cost and minimum cost to each function in order to measure whether good value for the owner or user will be achieved by the building. Use function and aesthetic function serve the needs of owner and user. Use function involves an action that both owner and user want it to be performed. They want space provided, rain excluded, air cleaned and the environment heated or cooled within a certain range of tolerance. Aesthetic function pleases the owner and users of the facility. Owners want a color, shape, aesthetic " Look " texture, and a view that will please themselves as well as the users of the building.

Once the use and aesthetic function have been identified they are further classified as either basic or secondary. Use and aesthetic function reflects the primary reason for the existence of the building. A basic function satisfies owner-user needs, not desires. Seco-ndary functions are those featuring the owner-user desires beyond needs.

Function Analysis Systems Technique ( FAST ) uses a graphics technique to show the logical relationships linking the various functions of a building It is astructured method of function establishing

* Civil Engineer.
** Assistant Professor, Faculty of Engineering, Cairo University.
*** Associate Professor, Faculty of Engineering, Cairo University.

Tremendous was the improvement in gas reserves and utilization: Gas is now a core of our strategy. In the local market, the main objective is to continue implementation of the Natural Gas Option. In anticipation of Egypt's role as a gas exporter, the objective is to develop additional reserves and to set up the structure for this stage. Gas is gaining tremendous momentum as a privileged, friendly source of energy in regional and international co-operation . Egypt intends to use it as an essential element in developing relations between regional partners.

We are aware that gas export is a challenging objective and needs extraordinary efforts in order to be achieved . Given the positive relationship that has existed between the Egyptian Petroleum Industry and the international oil community for a long period of time, we are confident that this challenge will be successfully met.

center for the gathering and sorting of natural gas could be set up in Egypt. The gas handled in this center will not necessarily involve Egyptian gas only. At the beginning , it can be based on the exportable amounts available from Egyptian territory, but subsequently, or even simultaneously, it could also handle natural gas from reserves located well beyond Egypt's boundaries as far away as it is technically, economically, and politically feasible.

## V. REGIONAL AND INTERNATIONAL GAS ISSUES

Before exporting gas, we as a part of the international gas industry need to consider the following issues:

1. **Promote fair gas pricing based on the environmental advantages gas offers to the consumers** . Industrial countries hav been thinking of heavily taxing crude oil and derivatives - unjustly blaming oil for pollution of air and water to hide political reasons behind this stand. Although the oil industry is against holding oil as the pollutant fossil fuel, gas - the least pollutant of fossil resources - ought to obtain a higer market price per calorie than other forms of fossil energy .

Current gas prices compared with those of oil are not fair either on the basis of calorific content or environmental advantages gas has. Natural gas is an environmentally friendly and efficient fuel . It possesses unique combinations of chemical and physical properties which make it a highly desirable energy source .

Low Co2 emissions emanate from combustion; its gaseous state allows for an optimal mixture with air. These benefits when combined with competitive pricing explain the popularity of gas in environmentally conscious areas.

2. **Establish a world gas market.** There is no world gas market today in a way similar to that of oil. One may talk about three or four distinct markets: one for Europe, the second for Asia, and the third for North America; the East and North Mediterranean may form another market area. In general, those markets are segmented and consist of groups of bilateral and multilateral agreements. This means that gas until now is still considered a regional commodity.Gas as an international commodity is still young, relative to oil which is now a mature world market that has 40 to 50 years of history and achievements. Despite the fact that gas has its specific transportation and requirements for handling and processing, the gas industry needs to study and learn from the experience of oil to avoid practices that may lead to destabilizing the market. The purpose of studying the case of oil is to accelerate the process towards having a single world market for gas .

The best set-up to be chosen in view of these consideerations is the one that serves the interests of Egypt and promotes a fair relationship with commercial partners. It can be said that Europe offers interesting prospects for Egyptian gas export. Natural gas is gaining, more ground in the energy balance of the European OECD countries . Over the coming 15 years, consumption is expected to rise, going from 342 BCM to 536 BCM per year. Thus, natural gas share in European OECD countries' total primary energy consumption is expected to rise from today's 18.4% to as much as 26% by the year 2010. European OECD countries' natural gas imports today are 152 BCM a year, thus accounting for 26% of their total gas consumption. By 2010, additional 151 BCM will have to be imported, i.e. about 60% of the Community's total gas consumption.

While gas reserves are plentiful and enough to cope with the increase in demand,those reserves lie mostly in countries distant from Europe. Apart from the Netherlands and Norway, new imports could come from: the former Soviet Union, Algeria,and over the long term from Egypt and other African countries as well as from the Middle East .

Over time, gas development in Egypt's neighboring countries could lead to integrated gas economies in sub-regional contexts. The creation of supply structures between the various economies of the mediterranean area will make it posible to consolidate links between the countries involved, and such ties can demonstrate a stability which will withstand political problems during the most acute crises. The basic considerations in these projects should be economical where ultimate profits are expected for many years to follow. This close connection between various countries can create a favorable atmosphere of mutually interrelated development plans.

## VI. CONCLUSION

Development of oil and gas resources fits in a set of integrated strategies that aim at securing Egypt's short and long term energy needs and maximizing returns to the Egyptian economy. Improvement introduced in the model of the Egyptian concession agreements have helped increase investments and improve Egyptian record of oil and gas reserves . However, Egypt's oil reserves are still modest compared to major producers.

to familiarize the society with gas has witnessed an outstanding achievement : natural gas contribution in the local market has been around 34% of the primary energy in 1995, compared to the worldfigure of around 23% which is a favorable climate for more utilization of natural gas to facilitate its penetration into the energy market .

World wide, natural gas is now considered by many of the experts as a birdge bertween the era of extensive utilization of heavy fossilfuels like coal and fuel oil, and the era of utilization of new and renewable energies, which is expected to have more contribution to energy requirements in the next five decades . Therefore, further expansion in gas utilization is expected and should be planned for .

**IV. Ambitions of the Egyptian Gas Industry**

As the Egyption gas industry has now established and set up its policies, the next phase will be a phase of maturity and diversity of natural gas market opportunities :

1. **In the local market**, the main objective is to continue implementation of the " Natural Gas Option " in the conventional markets.In order to achieve this objective, infrastructure for gas transmission and distribution has to be upgraded through the implementation of the recommendations of the gas master plan. The currently proven reserves have to be developed and put on-stream in a timely manner in order to bring gas supplies into balance with demand before the end of the century.

   **Another major local objectve** is to maximize exploration efforts in gas prone areas, and to add sizable gas reserves to the current proven reserve base. The latest technological advances offered by experience of international pertoleum companies will be utilized to facilitate the future development of gas reserves.

2. **In Anticipation to Egyp's Role as a Gas Exporting Country**, the objective is to increase the currently proven gas reserves as additional exploration efforts are pursued in gas prone areas . The growth in gas reserves now gives rise to the possibility of Egypt entering the ranks of international suppliers of gas.

When we look at prospects for the future, one wonders whether Egypt should really envisage gas export projects while certainties on the reserves have not yet been consolidated and the domestic market is not yet fully satisfied . The answer has alredy come from an important foreign partner who actively shares in the development and investment in Egyptian Oil and Gas :

**" As a representative of a company that knows well the geology of Egypt, I can say that the magnitude of the reserves already proven, as well as those of the probable and possible reserves, is such as to satisfy the rising demand for a long time to come, and to undertake ambitious export projects as well ".**

We believe that Egypt can take up the challenge of becoming a new and significant center for gas exportation. Egypt, therefore, must not miss this opportunity of becoming a leading gas exporter as well.

Studies concluded that economic export plans for the immediate future could be best achieved through pipelines to the Mediterranean countries north east of Egypt.

Egyptian gas reserves can comfortably cover the demand of those countries in addition to the domestic demand .

The presently on-going exploration activites of the international companies in Egypt indicated the possibility of larger reserves that may allow start of an LNG industry to expand Egypt's export plans to reach South Europe by tankers or alternatively by pipelines to the north east or the Mediterranean .

Focusing on the present plans and in the preparation of the Future exports of gas, a joint stock company "Egypt Trans-Gas Company, ETGC" was established under the investment law 230/1989 with the objective of setting up transportation systems and facilities for this purpose inside and outside Egypt. EGTC is incorporated between three shareholders : Each of Amoco and Agip holds 33% equity and Egypt Gas holds 34% equity in ETGC.

Egypt has major qualifying assets for the future role of gas exporter. Thanks to its unique geographical position, Egypt is the link between the Middle East, Africa, and Europe. In addition to the geographical factor, Egypt enjoys friendly relations with all the nations to the North, South, East and West . It also has the Gulf of Suez and the Suez Canal , which form a compulsory passage for any sea borne supply from the Middle East to the Mediterranean and Europe.

For all these reasons, Egypt possesses all the necessary requirements to become a gas exporter, and an important gathering and sorting platform for the supply of natural gas to Europe. Egypt can play an even more important role in the gas business than it presently does in the oil industry . The concept is that a

covers most of Egypt.

C. Commercial gas utilization in Egypt started in the early 70's. By the 1980's, the Egyptian gas market approached maturity by having established a steadily growing demand, a gas distribution network, and an adequate gas supply from the existing fields. Today, Egypt is producing an average of 1,600 million cubic feet of gas per day. It is worth mentioning here that Egypt is the first country in the area to pioneer domestic, commercial gas utilization and to convert 80% of its thermal power generation stations to the use of natural gas.

D. During the past two years, Egypt's gas reserves were doubled to reach 22.3 TCF by the addition of new discoveries, mainly in the North Delta Area and the Western Desert. The development plans indicated higher production levels that will exceed the Egyptian market requirements by the end of 1999. At this stage, planning for export of gas from Egypt has started.

**3. The third main element of our energy strategy is to support and promote energy policies which involve environmental benefits, and reduce pollution generated by end users of hydrocarbon products.**

The approach taken in this concern is through the use of less polluting fuels and through applying technologies that reduce the detrimental effects of combustion products. Natural gas, being the least polluting fossil fuel, has proved to be the best candidate to achieve this approach, based on its availability in reasonable quantities allowing the production of natural gas at increasing rates. There are examples to cite in this occasion :

1. Combined cycle power generation is an example of the new technology applied in power generation to reduce polluting effects. It is well known that the efficiency of gas fired combined cycle power plants is 10- 15% higher than the conventional thermal power generation. This brings appreciable reduction in fuel consumption and pollution per unit of energy produced.

2. Further gains in gas use for power generation is the pioneering step of applying Natural Gas in Central Conditioning Systems. It is a new application that has been put under study for the first time in the region. It is worthy to mention that in addition to its technological suitability, economical and environmental advantages, using Natural Gas in this approach will provide 40% savings in power compared to the traditional method of using electricity in mechanical refrigeration.

3. Another example of our efforts to promote clean, less polluting energy is the promising application of natural gas as a vehicular fuel. Vehicles are significant source of airborne toxic pollutants, such as lead compounds, organic pollutants, nitrogen oxides and carbon oxides. Moreover, the number of vehicles is continuously increasing, a trend expected to continue when better living standards are achieved upon the implementation of development plans. Switching to natural gas in transportation will mitigate the environmental effects of pollutants resulting from liquid fuels. Large scale application to include areas outside of the oil sector is being promoted.

Egypt has recently established two companies to convert vehicles to use compressed natural gas (CNG), and to construct refueling stations to supply compressed natural gas to converted vehicles. Plans to extend use of CNG to public transportation have already been implemented. The converted vehicles will operate on the dual gas / fuel system. The cost of conversion will be recovered through savings realized from using the gas, which is 50 percent lower than the cost of gasoline In addition to environmental benefits expected from using gas in public transportation, the project will offer work to many persons either through direct employment or indirectly through satellite small industries that will be associated with the project.

## III. Natural Gas : The Core Of Our Strategy

It is obvious that " the Natural Gas Option " has become the core of our energy strategy ; namely, safeguarding the environment, supporting local demand on energy and keeping the situation of the country as a net oil exporter.

The successful implementation of the " Natural Gas Option " was supported by the action plan of the Ministry, namely :

1. Establishing an infrastructure for gas transmission and disrtibution pipelines from production fields to consumption areas ;
2. Upgrading the infrastructure to accommodate future increases in supplies and consumers demand ;
3. Introducing the most up-to-date technological advanes and promoting its use in the gas industry ;
4. Providing a favorable climate for more utilization of natural gas to facilitate its penetration into the energy market. It is worth mentioning that our effort

**energy. Hydrocarbon demand has doubled during the period 1980- 1995 to reach 29 million tons oil equivalent.**

Natural gas was long considered the " poor relative" among the primary sources, but now it is becoming one of the main items in the Egyptian national energy balance. The increase of natural gas share in the Egyptian energy market has proved to be the proper solution to satisfy local demand and at the same time, achieve optimum utilization of natural resources.

Gas contribution to local demands has been relatively quite recent. Only in 1967, the first and the biggest gas field , Abu Madi, was discovered in the Delta and was developed six years later, in 1973. Starting from the second half of the 70's, there has been a continuous increase in commercialized production. In 1976, the figures of production were approximately a quarter of a billion cubic meters per year; in 1980, about 2.5 billion cubic meters; in 1986, roughly 6 billion; in 1993 about 11 billion; in 1994 approximately 12.5 billion ; and in 1995 around 13.8 billion cubic meters .

Extending gas use to new areas of application had allowed the country to reduce its oil consumption by an amount equivalent to the energy entering the domestic economy in the form of gas (about 340,000 barrels of oil per day) . This policy of increasing gas share into local market was mandatory. to face the increase in local demand for energy and to maintain the quantity of oil available for export.

This gas policy reflects a farsighted view dealing with natural gas as an integral part of a comprehensive energy development plan. In addition to the switch over to natural gas, the Ministry of Petroleum is promoting the use of energy efficient options to avoid depleting primary energy resources at high rates. Gradual price adjustment and industrial advisory conservation services were effectively utilized to achieve higher efficiency of resource utilization .

**2. The second element of our oil and gas strategy is to ensure an oil and gas reserve base capable of supporting the long term development plans and, at the same time, generating revenues to support the financial situation of the country.**

The market we face is dynamic, and competitive . In this case, attracting more investments requires quick response to changes in the international market. So, substantial improvements to the terms of the concession agreements were introduced:

1. A new gas clause was initiated in 1988. This in turn, encouraged exploration for gas as it extended the agreement stipulation for oil to cover associated and non- associated gas. Egypt remunerated the foreign partners through buying the profit and cost recovery gas using a pricing formula based on parity with medium sulfur fuel oil. The introduction of the gas clause encouraged exploration and resulted in major discoveries of gas in the Western Desert .
2. In 1993, with the increasing emphasis on the preservation environment, the gas valuation formula was revised to reflect parity with crude oil instead of medium sulfur fuel oil to further encourage gas exploration in Egypt. This revision attracted new exploration agreements and intensified exploring for gas, and has lead to the major discoveries offshore the Nile Delta in the Mediterranean. As a result, Egypt's gas reserves were doubled in less than two years .
3. A fair contractual policy in the process of awarding concession areas was established . All data relevant to the offered areas are made available to all bidders.
4. In the new agreements, the maximum recovery period of capital expenditure was reduced to 5 years, the Ministry of Petroleum accepted the geological/ geophysical option to encourage foreign partners to work in remote areas .
5. The Egyptian private sector was encouraged to participate in the upstream activities. The Ministry of Petroleum is now providing Egyptian partners with the necessary assistance in order to succeed and to constitute a pillar for the Egyptian economy in the future .

The success of this model can be obviously seen from the net results achieved:

A. From 1973 until now, Egypt concluded and successfully implemented 216 production sharing agreements with 48 partners including five private Egyptian investors. A total of 20.3 billion US dollars were spent up to the end of 1995 on long- term investment on different activities . More than 47% of the total area of Egypt is covered by concession agreements. In addition, the vast experience gained in the implementation of these agreements attracted several countries in the area such as Syria, Yemen, etc. to use similar models in the development of their oil and gas industry .

B. There are now 12 offshore and onshore gas fields including 79 wells. All produced gas is consumed locally and is transported through a high pressure natural gas network of approximately 2900 kilometers This network constitutes " The National Grid " that



# THE EGYPTIAN GAS INDUSTRY : STRATEGIES, ACHIEVEMENTS, AND AMBITIONS *

By
Dr. Hamdi El Banbi
Minister of Petroleum, Egypt

ABSTRACT

Oil and gas play complementary roles in Egypt's energy strategy. Effective planning of energy activities has become a common issue in relation to using energy resources. The Egyptian case is not an exception; optimum utilization of natural resources in addition to effective co-ordination between development and environment has lead to the evolution of an energy strategy encompassing oil and gas. This strategy is currently being successfully implemented. This paper elaborates on the main elements of the Egyptian petroleum strategies, with special emphasis on the case of natural gas.

The Natural Gas Option has become the core of our energy strategy. The successful application of this strategy is very essential in safeguarding the environment, supporting local demand on energy and keeping the situation of the country as a net oil exporter. In addition, Egypt can become a regional gas exporter. In anticipation of this role, the objective is to develop additional reserves and to set up the structure for this stage .

Gas is gaining tremendous momentum as a privileged, friendly source of energy in regional and international co-operation. Egypt intends to use it as an essential element in developing relations between regional partners .

## I. INTRODUCTION

Gas development has not been considered separate from other forms of energy, especially oil. Both oil and gas play complementary roles in Egypt's energy strategy. Before elaborating on Egypt's gas strategy, I would like first to say few words about future energy demands worldwide.

The long - term forecast of energy demand indicates that the current trend of increasing worldwide energy consumption will continue. A new factor that shall accentuate this trend is that energy consumption in developing countries will soon become a large element of the market. These countries will need more and more energy in order to achieve sustainable development for their ever growing populations. Demand for oil is projected to grow in real terms at a rate around 2% per year. At present, excess oil-production capacity is within 2 MMBOPD and supply will continue to exceed demand, probably till the year 2005. By the year 2010, demand can outstrip production by as much as 11 MMBOPD.

Whether we like it or- not, depressed oil prices will continue to be our companion as we march forward into the 21st. Century, at least till the year 2005. and to add new reserves, has no alternative but to apply the latest state-of-the-art technology, to heavily invest in oil and gas new ventures and to cooperate in securing a supply of energy for our future generations.

Although proven reserves of oil and gas in the producing countries will secure continuous energy supplies on the long run for their domestic markets, effective planning of energy activities has become a common issue in relation to using energy resources. The Egyptian case is not an exception; optimum utilization of natural resources in addition to effective co-ordination between development and environment has lead to the evolution of an energy strategy encompassing oil and gas, which is currently being successfully implemented.

## II. OIL AND GAS STRATEGIES AND ACHIEVEMENTS

After these words about long- term forecast of energy demands, we shall elaborate on the main elements of the Egyptian petroleum strategies, with special emphasis on the case of natural gas.

**1. The first element of our oil and gas strategy is to satisfy increasing local demand on primary**

* Paper Presented at the French Businessmen's Association , 14 May 1996, Cairo, Egypt.

# CONTENTS

# JOURNAL OF THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS

28 Ramsis St. Cairo ARE Tel: 5740488

VOL. 35 ISSUE No. 2 - 1996 ISSN 1110 - 1253




## INSTRUCTIONS FOR AUTHORS OF ARTICLES

* Issued quarterly - Contributors are invited to submit material for editorial consideration addressed to the Editor.
* The Journal publishes articles contributing to the advancement of engineering science and applications.
* Scientific articles may be typewritten in Arabic or English and should start with abstracts in both languages.
* Authors' names should be given in full, in both languages, together with their academic titles and professional occupations
* The Journal does not hold itself responsible for the opinions or the contents expressed by the authors.
* Articles may not exceed 8 pages. In this respect, mathematical derivations may be abreviated and tables replaced by curves.
* Curves to be drawn on tracing paper, and to occupy half a page at most. Exceptionally, full page curves or plates are admitted. Curves presented will be scaled down to these sizes. Figures and lettering on curves should not be less than 3 mm even after scaling down.
* References to be given at the end of each article and classified alphabetically according to author's name followed by the name of the journal or book and the date of issue.

## Yearly Subscriptions

### Inland:

| | |
|---|---|
| Engineers | 20 L. E. |
| Non - Engineers | 50 L. E. |
| Organisations | 500 L. E. |

### Abroad

| | |
|---|---|
| Individuals | 75 US $ |
| Organisations | 500 US $ |

# مجلة جمعية المهندسين المصرية

٢٨ شارع رمسيس – القاهرة ج.م.ع – ت ٥٧٤٠٤٨٨

المجلد الخامس والثلاثون – العدد الثالث ١٩٩٦ ردمد ١١١٠ – ١٢٥٣




- تصدر المجلة ربع سنوية
- ترسل النصوص المطلوب موافقة هيئة التحرير على نشرها باسم السيد رئيس التحرير .
- تنشر المجلة المقالات التى تسهم فى رفع مستوى العلوم الهندسية وطرق ممارستها .
- تقبل للنشر المقالات العلمية بإحدى اللغتين العربية أو الانجليزية على الآلة الكاتبة وتبدأ بخلاصةABSTRACT بكل من اللغتين .
- المجلة غير مسئولة عن الآراء والمحتويات التى تنشر وهى تعبر عن كاتبها فقط .
- تذكر اسماء اصحاب المقالات كاملة باللغتين ومعها القابهم العلمية ووظائفهم .
- يراعى الا تتجاوز المقالة ٨ صفحات بالمجلة ، وفى سبيل ذلك يختصر الاشتقاق الرياضى ويستعاض عن الجداول بمنحنيات مرسومة بالحبر الشينى الأسود ، على أن يشغل المنحنى نصف صفحة على الأكثر ولا يشغل صفحة كاملة إلا فى حالات استثنائية وسيصغر اىّ منحنى إلى تلك المقاسات .

  ويراعى الا يقل ارتفاع الحروف أو الأرقام على المنحنيات المنشورة عن ٣ مم بعد التصغير .
- يعنى بذكر المراجع المستقى منها المقال وتصنف تبعاً لإسم المؤلف ثم العنوان ثم المجلة او الكتاب وتاريخه .

**اشتراكات المجلة :**

- **داخل البلاد :**

| | |
|---|---|
| الاشتراك السنوى للمهندسين | ٢٠ جنيها |
| الاشتراك السنوى لغير المهندسين | ٥٠ جنيها |
| الاشتراك السنوى للهيئات | ٥٠٠ جنيها |

- **بالخارج**

للافراد ٧٥ دولار امريكى سنوياً .

وللهيئات ٥٠٠ دولار امريكى سنويا .

وذلك عن الأربع أعداد السنوية ويعامل الواحد بواقع الربع من هذه القيمة .

وتعطى أولوية النشر بالمجلة للسادة الزملاء اعضاء جمعية المهندسين المصرية .


دار الجيل للطباعة تليفون ٥٩٠٤٣٤٣

رقم الايداع بدار الكتب ٢٩٨/١٩٨٣

# محتويات العـــدد

# التصميم العمرانى باستعمال الوحدات السلوكيه (٤)
# تطبيق فى تصميم الفراغات العامه

أ.م.د. أحمد محمد صلاح الدين عوف (١)

**ملخص:**

هذه الورقة البحثية هى الرابعة فى سلسلة أبحاث للمؤلف تختص بدراسة مناهج التصميم العمرانى كأحد العلوم الخادمة للبيئة المحلية ، والتى يمكن توجيهها لتقوية الثقافة المحلية والحفاظ عليها. تناقش هذه الورقة البحثية تطبيقاً عملياً لاستعمال الوحدة السلوكية (Behavior Setting) كأداة للتحليل ووحدة قياسية للتصميم للفراغات العامه. يقدم البحث تجربة تصميمية تمت على مدى خمسة أشهر متواصلة بين أكتوبر ١٩٩١ وفبراير ١٩٩٢ ، لتصميم فراغ عمرانى داخل كلية الهندسه، جامعة القاهره، باستعمال الوحدات السلوكية حتى يمكن التعرف على مجموعة من الدروس التصميمية التى يمكن الاستناد عليها فى تصميم الفراغات العامه.

## ١- مقدمة:

### الوحدة السلوكية كأداة لتحليل وتصميم الفراغات العامه

أصبحت الوحدة السلوكية وحدة أساسية لتحليل وتصميم وتقييم العلاقات المركبة بين الإنسان وبيئته العمرانية المحيطة فى مجال التصميم العمرانى ، بدءاً من عقد السبعينات بالرغم من ظهورها كتعريف فى العلوم الإنسانية منذ الخمسينات. فقد اكتشف المصممون العمرانيون أنه يمكن عن طريق هذه الوحدة التعرف - بصورة قياسية وقابلة للتسجيل والمقارنة - على السلوك العمرانى لأفراد المجتمع المحلى ، وكيفية تفاعلهم فيما بينهم وتفاعلهم مع البيئة العمرانية المباشرة فى ظل ظروف عمرانية محددة وخلال زمن محدد (٢). فاستعمال الوحدة السلوكية يلغى فكرة سيطرة المصمم ، ويسمح بمشاركة المستعملين فى تحديد متطلباتهم الفراغية بصورة غير مباشرة من خلال ملاحظة المصمم - بصورة منهجية وقابلة للتسجيل - لسلوك المستعملين وأسلوبهم فى التعامل مع المكونات العمرانية للفراغات فى أوقات مختلفة ، سواءً داخل أوقات ذروة النشاط أو خارجها.

وكتطبيق مباشر على استعمال الوحدات السلوكية فى التصميم العمرانى فقد تم تصميم فراغين عمرانيين داخل حرم كلية الهندسة بجامعة القاهرة خلال العام الدراسى ١٩٩١-١٩٩٢ والتى سبق النشر عنها باللغة الإنجليزية (٣). هذه الورقة البحثية تعرض العملية التصميمية التى صاحبت تصميم أحد هذين الفراغين العمرانيين بتوسع أكثر وباللغة العربية حتى تصبح فى متناول الكثير من المهتمين بمجال التصميم العمرانى. كذلك تقدم هذه الورقة البحثية متابعة لبعض الإضافات التى تمت على فرش وحدود الفراغ بين عامى ١٩٩٣ و١٩٩٦.

## ١- التصميم العمرانى باستعمال منهج الوحدات السلوكية - مثال تطبيقى

تم تطبيق هذا المنهج التصميمى على فراغين عمرانيين داخل حرم كلية الهندسة ، جامعة القاهرة ، بصورة متتابعة ، بحيث أمكن الاستفادة من الدروس التطبيقية للتصميم الأول فى التصميم الثانى. وقد روعى فى اختيار الفراغين العمرانيين اللذين خضعا للتصميم أن يكون أحدهما مصمما كفراغ عمرانى للأنشطة منذ البداية ، والثانى كفراغ متروك بين المبانى حتى

---

١- أستاذ مساعد بقسم الهندسة المعماريه، كلية الهندسه، جامعة القاهره.

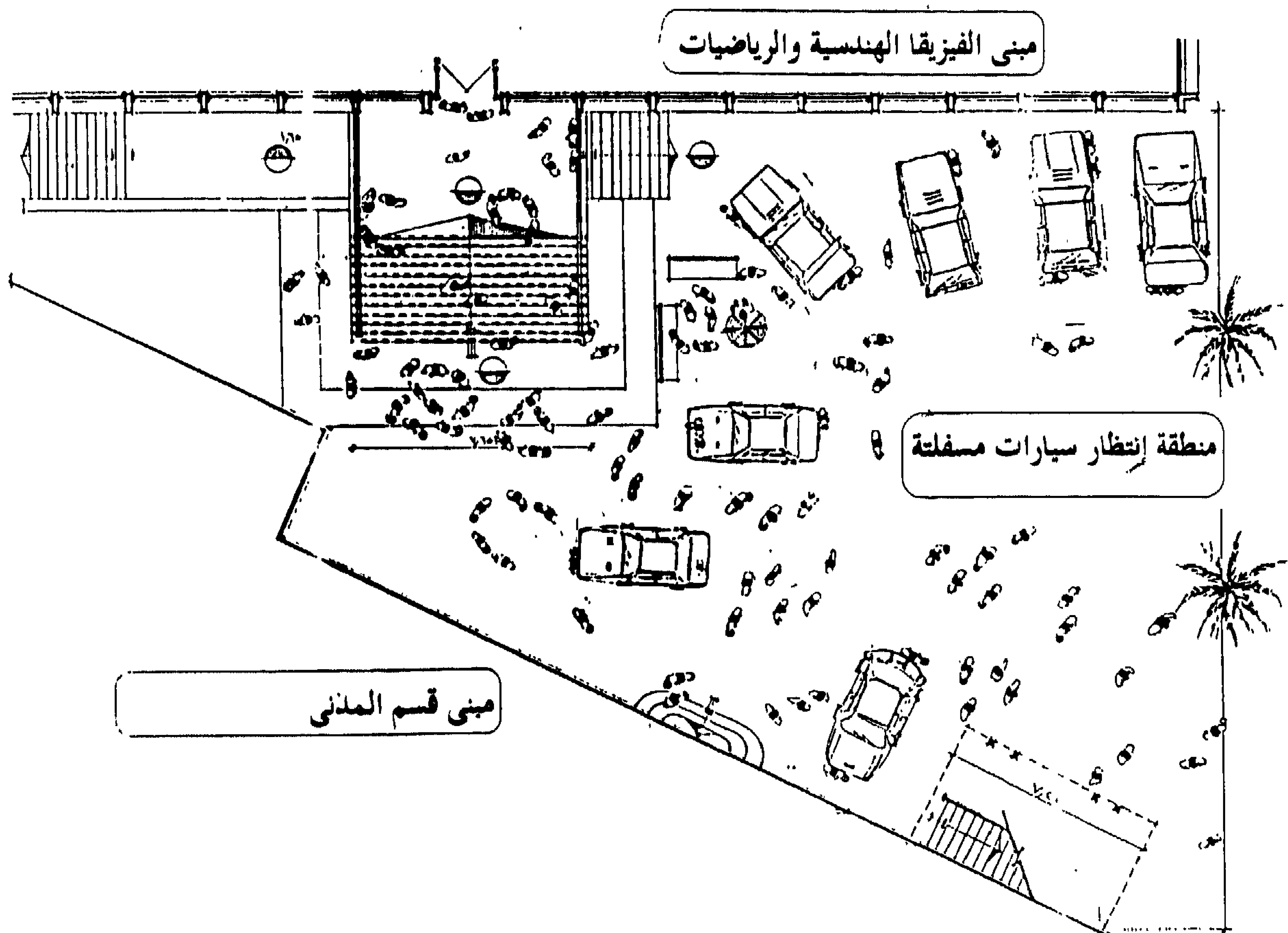
٢- أنظر "التصميم العمرانى باستعمال الوحدات السلوكية (٣): مقدمة لتصميم متوافق ثقافياً"، مجلة جمعية المهندسين المصرية، يوليو ١٩٩٦.

٣- أنظر "Designing with behavior settings: a cultural appropriate design approach" مجلة جمعية المهندسين المصرية ، ١٩٩٣.

يمكن التعرض لمشاكل تصميمية مختلفه. ولتكون عملية التعلم من خلال التصميم مستمرة ، فقد تم التركيز على أن يجمع الفراغ الثانى بعض عناصر التصميم التجريبية حتى يمكن تقييمها والاستفادة منها فيما بعد. وسيتم فى هذه الورقة البحثية التعرض للحالة التصميمية الأولى فقط.

أول تطبيق لهذا المنهج التصميمى الذى يراعى حاجات المستعملين وسلوكياتهم كان على الفراغ العمرانى المحصور بين مبنى الهندسة المدنية ومبنى الرياضيات والفيزيقا الهندسية بحرم كلية الهندسة بجامعة القاهره. هذا الفراغ يمثل حالة تقليدية لفراغ غير مصمم ، ولم يحظ بقدر كاف من اهتمام المصمم المعمارى عند إنشاء مبنى الرياضيات والفيزيقا الهندسية ، حيث تركه كفراغ أمامى لمبناه. هذا الفراغ يقع على طريق رئيسى يمتد باتجاه الشمال-الجنوب من أحد البوابات الجانبية لكلية الهندسة ويحده على ضلعه الشمالى الواجهة الرئيسية لمبنى الرياضيات والفيزيقا الهندسية بينما يحده الواجهه الخلفية لمبنى الهندسة المدنية على الضلع الجنوبى الغربى. ونتيجة لذلك فإن الشمس تصل إلى أرضية الفراغ من الجهة الشرقية ويستمر وصولها إليه بعد ساعة الظهر (١٢) ، حيث يحجبها بعد ذلك بحوالى ثلاث ساعات مبنى الهندسة المدنيه.

وتمثل سلالم مبنىالفيزيقا والرياضة الهندسية عنصر "الفرش" الوحيد المتوفر بالفراغ ، بالإضافة إلى السيارات المنتظرة بالفراغ والتى يستعملها الطلاب كأسطح للجلوس أو الاتكاء أو وضع الأغراض. وتنقسم أرضية الفراغ إلى مستويين أحدهما يمثل مدخل لبدروم المبنى ، والآخر يمثل معظم الفراغ وهو مغطى بالأسفلت فيما عدا جزء صغير يحيط بالسلالم الرئيسية لمدخل مبنى الرياضيات والفيزيقا الهندسية كما هو موضح بالرسم.



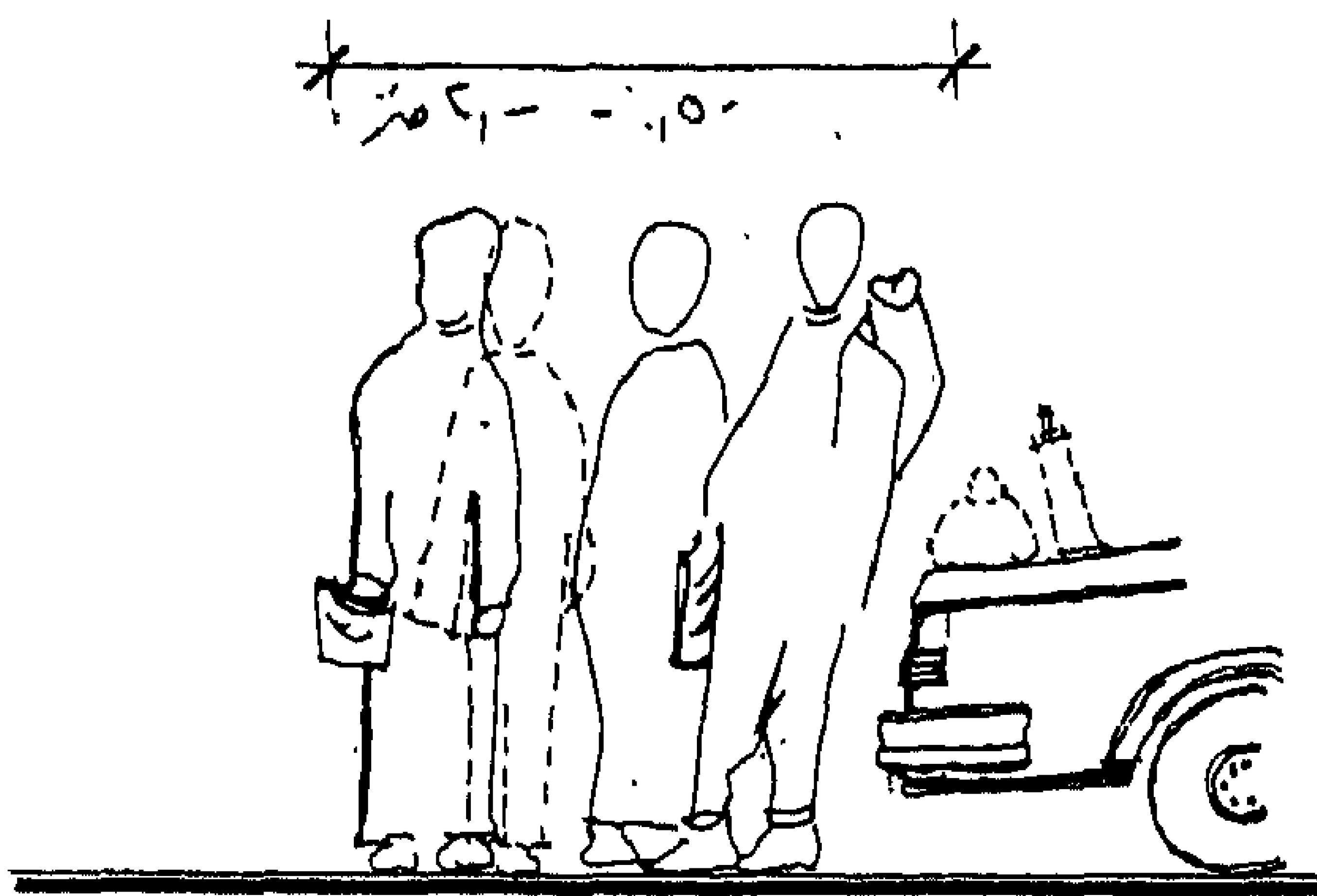

شكل -١- الفراغ العمرانى موضع البحث

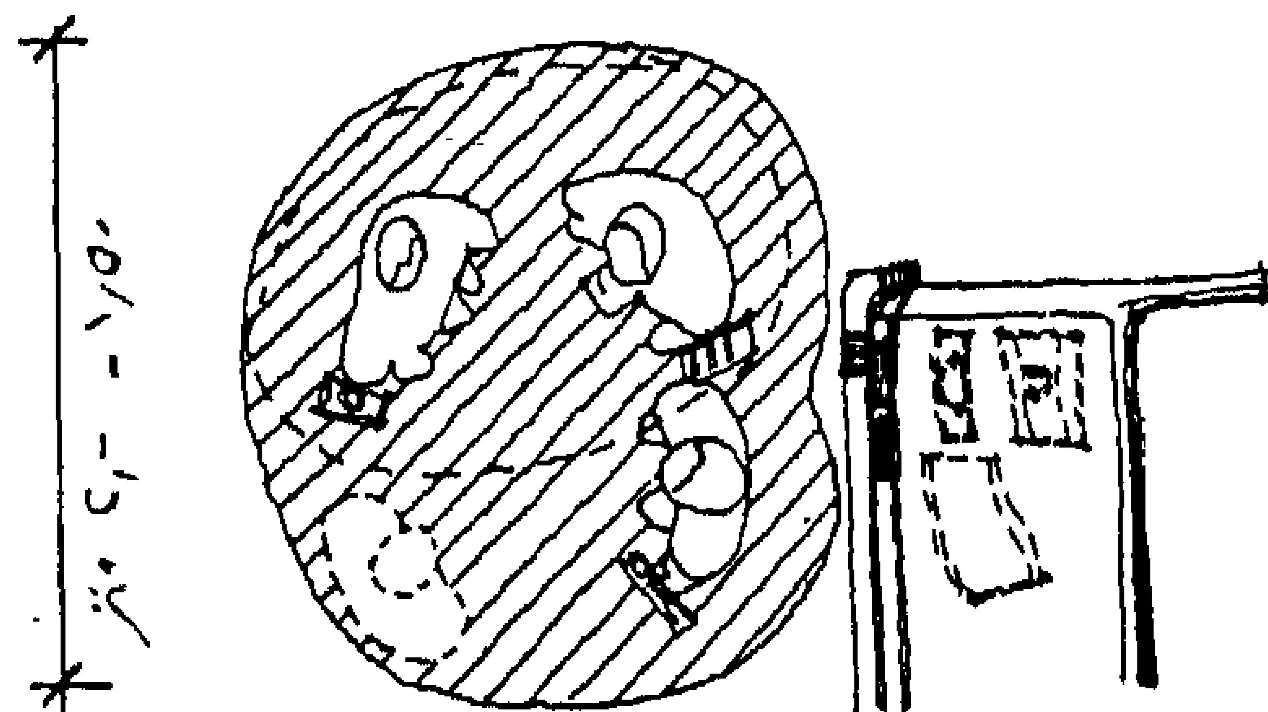
وقد تم تحديد مستعملى الفراغ بالطلبة الذين يتحركون من محاضرة لأخرى، أو طلبة محتاجين للفراغ يقضون فيه جزءاً من وقت فراغهم بين المحاضرات. وقد تم تحديد الأنشطة الممارسة فى هذا الفراغ كالتالى: استراحة الأفراد، حديث للمجموعات الصغيره، مناقشة لمجموعات كبيره، انتظار لزملاء المحاضرات، وحركة المجموعات الطلابية من وإلى المبنى. وقد تم مراقبة الأنشطة على مدى زمنى طويل بصورة متفرقة فى البداية ، ثم بصورة منتظمة ومنهجية باستعمال التصوير الفوتوغرافى كل ١٥ دقيقة لمدة ٤٥دقيقة يومياً ولمدة عشرة أيام دراسيه ، بعد أن تم إقناع إدارة الكلية بأهمية تطوير الفراغ للأنشطة الطلابيه.

أظهرت الصور الفوتوغرافية الأولية للفراغ أن استعمال الطلاب له كان يعتمد على توافر "الفرش" حيث تركزت الأنشطة حول سيارات أعضاء هيئة التدريس وثلاثة مقاعد مكسرة من الخرسانة والسلم المؤدى للمبنى ، بالإضافة إلى سلم صغير يؤدى لغرفة تصوير للمستندات مفتوحة بالواجهة الخلفية لمبنى القسم المدنى.

كذلك أوضحت المراقبة المنهجية للنشاط الطلابى بالفراغ موضع الدراسة إلى وجود ثلاث أشكال أساسية للمجموعات السلوكية للطلاب: متوسطة وكبيرة وصغيره. المجموعات المتوسطة للطلاب تتكون من ثلاثة إلى خمسة (٣-٥) طلاب يجمعهم فى الغالب نشاط الحديث أو المناقشه، وتستمر الوحدات السلوكية التى يكونونها بين عشرة وعشرين (١٠-٢٠) دقيقه. وتحتاج هذه الوحدات السلوكية إلى مكان يسمح بالحركة الحرة ويحتوى على أثاث يصلح للكتابة أو الاتكاء أو مجرد الاسترخاء ومشاهدة الأنشطة التى يمارسها باقى مستعملى الفراغ العمرانى.

والنوع الثانى للوحدات السلوكية التى يكونها الطلاب كبيرة العدد يتراوح عدد أفرادها بين سبعة وأثنى عشر (٧-١٢) طالبا تنقسم داخلياً إلى مجموعات جزئية كل منها يحوى إثنين أو ثلاثة (٢-٣) أفراد. هذه المجموعات الكبيرة ومكوناتها الجزئية لا يربط بين أفرادها فى الغالب سوى الحركة فى اتجاه واحد بين المحاضرات ويكون نشاط الحديث ثانوياً ، هدفه فقط

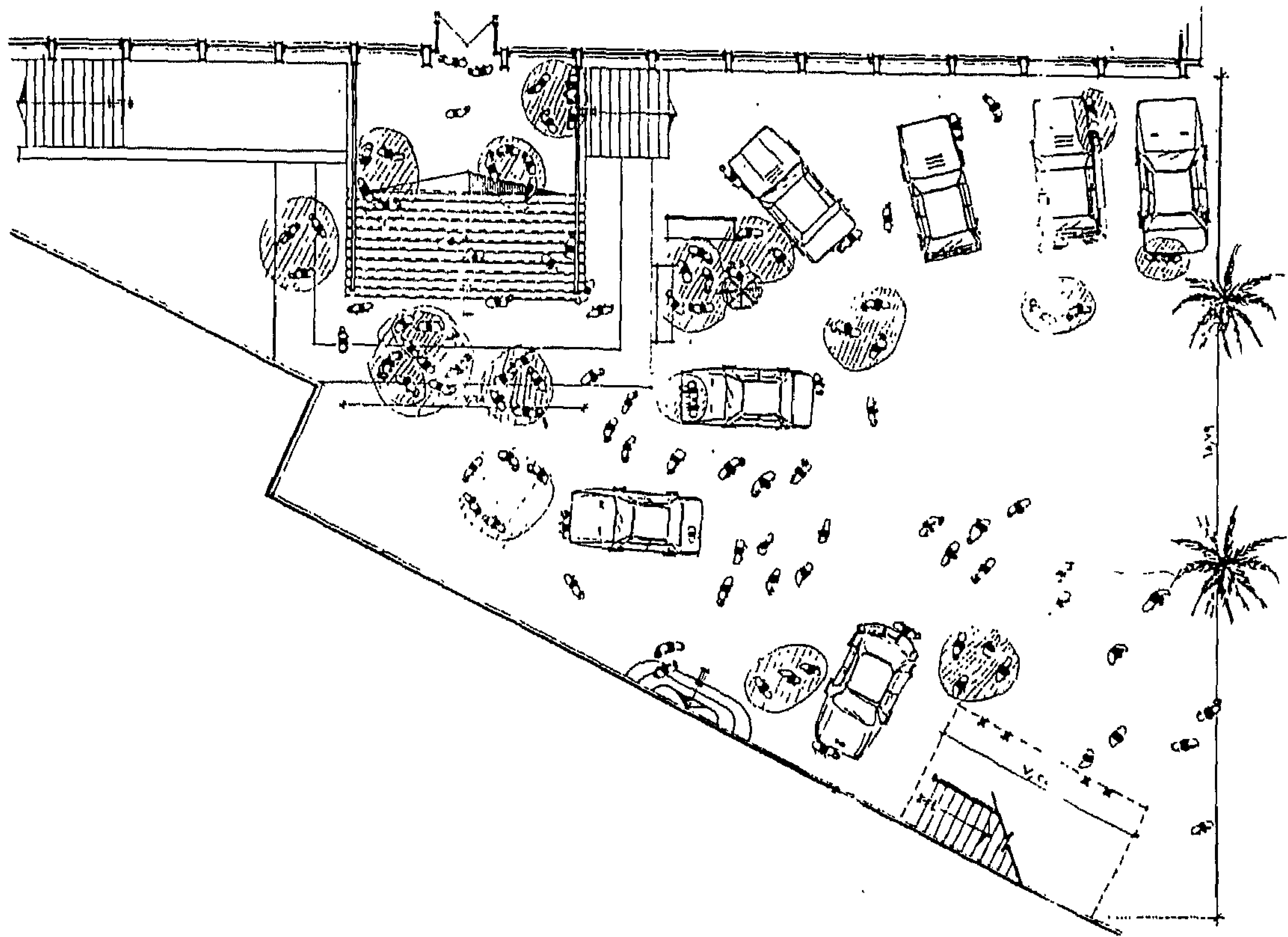



شكل -٢- الوحدة السلوكية المتوسطة بالفراغ موضع الدراسة

شغل الوقت أثناء الحركة ، ولا يتعدى زمن حركة المجموعة خلال الفراغ العمرانى أكثر من عشرة (١٠) دقائق. وهذه الوحدات السلوكية للمجموعات الكبيرة المتحركة لا تتطلب صفات مكانية خاصة أو فرش خاص ، وإنما فقط المساحة التى تكفى الحركة السهلة بدون عوائق.

أما الفئة الثالثة من الوحدات السلوكية التى أظهرتها الملاحظة فهى المجموعات الصغيرة من طالبين أو ثلاثة (٢-٣) تجمعهم علاقات اجتماعية تجعل الحد الأدنى لفترة بقاء هذه الوحدات السلوكية حوالى خمس عشر (١٥) دقيقة ومتوسط فترة بقائها أربعين (٤٠) دقيقه.



شكل ٣- توزيع الوحدات السلوكية داخل الفراغ

وقد تمت مراقبة زمن الاستغلال ( Occupancy Time - OT ) لكل المجموعات الموجودة بالفراغ لمدة شهرين متكاملين فى أيام الأسبوع المختلفة على فترتين كلٍ منها أربعون دقيقة كاملة، الأولى تشتمل على نهاية محاضرة وبداية المحاضرة التالية والفترة الثانية عبارة عن أربعين دقيقة أخرى لا تحوى وقت ذروه. وقد كانت نتيجة المراقبة كما بالشكل رقم (٤).

شكل ٤- جدول زمن الاستغلال قبل التصميم

| | مجموعة صغيرة | مجموعة متوسطة | مجموعة كبيرة | زمن الاستغلال (دقيقة) |
|---|---|---|---|---|
| فترة الذروة | ٥ | ١٤ | ٧ | |
| | ٥ * ٤٠ | ١٤ * ١٥ | ٧ * ١٠ | ٤٨٠ دقيقة |
| فترة أخرى | ٧ | ٣ | - | |
| | ٧ * ٤٠ | ٣ * ١٥ | - | ٣٢٥ دقيقة |
| المتوسط العام | ٦ | ٨ | ٣ | |
| | ٦ * ٤٠ | ٨ * ١٥ | ٣ * ١٠ | ٤٠٠ دقيقة |

## ٢- فكرة وأهداف التصميم

تم تحديد الهدف الرئيسى لتصميم الفراغ كالتالى: " توفير فراغ عمرانى نشيط يمكن للطلاب فيه الاستراحة ، والحديث ، والمشاهدة، والمناقشة الهادفة" ، حيث يكون الفراغ النشيط هو ذلك الذى يسمح بممارسة أنشطة مختلفة فى نفس الوقت ،

وخلال أوقات النهار المختلفه. ولتحقيق هذا الهدف تم تقسيم الفراغ العمرانى لمناطق استعمالات مختلفة كالتالى:

أ- منطقة حركة تشتمل على المسار الرابط بين مدخل الفراغ ومدخل المبنى الرئيسى ومركز التصوير، ويسمح فى هذه المنطقة بالحركة وأنشطة التجمع المؤقت.

ب- مناطق أنشطة على جانبى مسار الحركه، ويتوقع أن تتكون وحدات سلوكية متوسطة إلى كبيرة الحجم تستعمل المكان لفترات زمنية متوسطه.

ج- مناطق سلبية خارج مناطق الأنشطة يمكن أن يجلس فيها الطلبة للحديث أو لمجرد المراقبة السلبية للأنشطة التى يقوم بها باقى الطلاب.

الهدف الثانى من أهداف التصميم كان " تشجيع الوحدات السلوكية متوسطة وكبيرة الحجم وتقليص إمكانية تكون الوحدات السلوكية صغيرة الحجم التى تصل لمستوى التفاعل الاجتماعى الحميم". ولما كان المصمم العمرانى قادرا فقط على توفير الإمكانيات المادية واحتمالات ممارسة النشاط، فإن الموقع العام واختيار الفرش تم تصميمه بحيث يجعل "التفاعل الاجتماعى الحميم" الذى يتعدى حدود العلاقة الاجتماعية العادية "غير مريح" ، حيث يحس المستعملون بأن باقى مستعملى الفراغ يرونهم ويسمعونهم. وقد تم توزيع أماكن الجلوس بحيث تكون المقاعد كبيرة وموضوعة وجهاً لوجه ، بحيث يكفى كل مقعد لجلوس أربعة طلبة على الأقل. كما راعى تصميم المقعد الواحد ألا يسمح لأى إثنين من المستعملين بمنع احتمال جلوس شخص ثالث. وبذلك فإن مجموعات الطلبة الصغيرة التىتناقش أموراً شخصية لا تحس بالراحة فى استعمال الفراغ إلا إذا كان لا يعمل بكامل طاقته سواءً بعد أوقات الدراسة اليومية أو فى العطلات.

الهدف الثالث للتصميم كان إعطاء الطلاب إحساس بالملكية الجماعية للمكان بما يتحكم فى أو يمنع من حدوث التعدى على أثاث المكان أو تجهيزاته ، ويشجع أنشطة المجموعات متوسطة وكبيرة الحجم. وقد تم ترجمة هذا الهدف فى التصميم بأن تكون كل أجزاء الفراغ مرئية ومفهومة بواسطة كل المستعملين من كل زوايا الرؤيه.

رابع وآخر أهداف التصميم الأساسية كان تحقيق زمن إشغال قدره ثمانمائة (٨٠٠) دقيقة لكل أربعين دقيقة من فترات المراقبه.

## ٣- التصميم

### ٣-أ- حجم الفراغ

وحسبما توضح الرسومات المرفقة فإن التصميم أكد على "وحدة الفراغ" ، التى تؤكدها تفاصيل تبليطات الأرضية والأثاث الذى يقسمها إلى فراغات جزئية لتشجيع نشاط الوحدات السلوكية المختلفة داخل الفراغ المجمع الشامل. الأرضيات تم تنفيذها من وحدات خرسانية متداخلة صغيرة (٢٠سم) نظراً لشكلها الطبيعى غير المصقول وبحيث تمتد على كامل مساحة المكان وتعطيه مستوى واحدا يلغى كل درجات السلالم القديمة والارتفاعات السابقة لأجزائه المختلفه. هذه الأرضية تمتد بلون واحد فيما عدا تقسيم شبكى ونقاط ملونة تتماشى مع أعمدة المبنى الملاصق لربط أرضية المكان بحوائطه.

توزيع الإضاءة أكد أيضاً على "وحدة المكان" عن طريق ترتيب وحدات الإضاءة "حول" المكان دون أى وحدات إضاءة داخلية حتى لا تقسم الفراغ. وقد تم تصميم وحدات الإضاءة فى صورة أعمدة إضاءة بإرتفاع ٢٧٠سم على الحدين الشمالى والغربى للفراغ العمرانى لفصله عن طريق المدخل وتحديد حجمه بما لا يتداخل مع كتلة المبنى الملاصق. أما وحدات الإضاءة على الحدين الشرقى والجنوبى فقد تم تثبيتها على حوائط المبانى الملاصقة لتأكيد وصول الفراغ إلى هذه الحوائط ، وأنها تمثل جزءاً من الفراغ. وقد روعى فى تصميم وحدات الإضاءة أن تكون بسيطة ومطلية باللون الأسود حتى لا تجتذب نظر المستعملين بشكل يشغلهم عن الدور الأكاديمى الوقور المطلوب للمكان. ولتخفيف مظهر أعمدة النور الحديدية وتأكيد الاختيار الطبيعى للمواد فقد تم معادلتها بتشجير طبيعى على الحدين الغربى والشمالى اللذين صمم عليهما أعمدة الإضاءة المستقله.

### ٣-ب- الأنشطة

ولجذب الأنشطة إلى منطقة جانبية بالفراغ بعيداً عن مسار الحركة وتوفيرمحيط كاف لجذب الأنشطة ، فقد تم تصميم

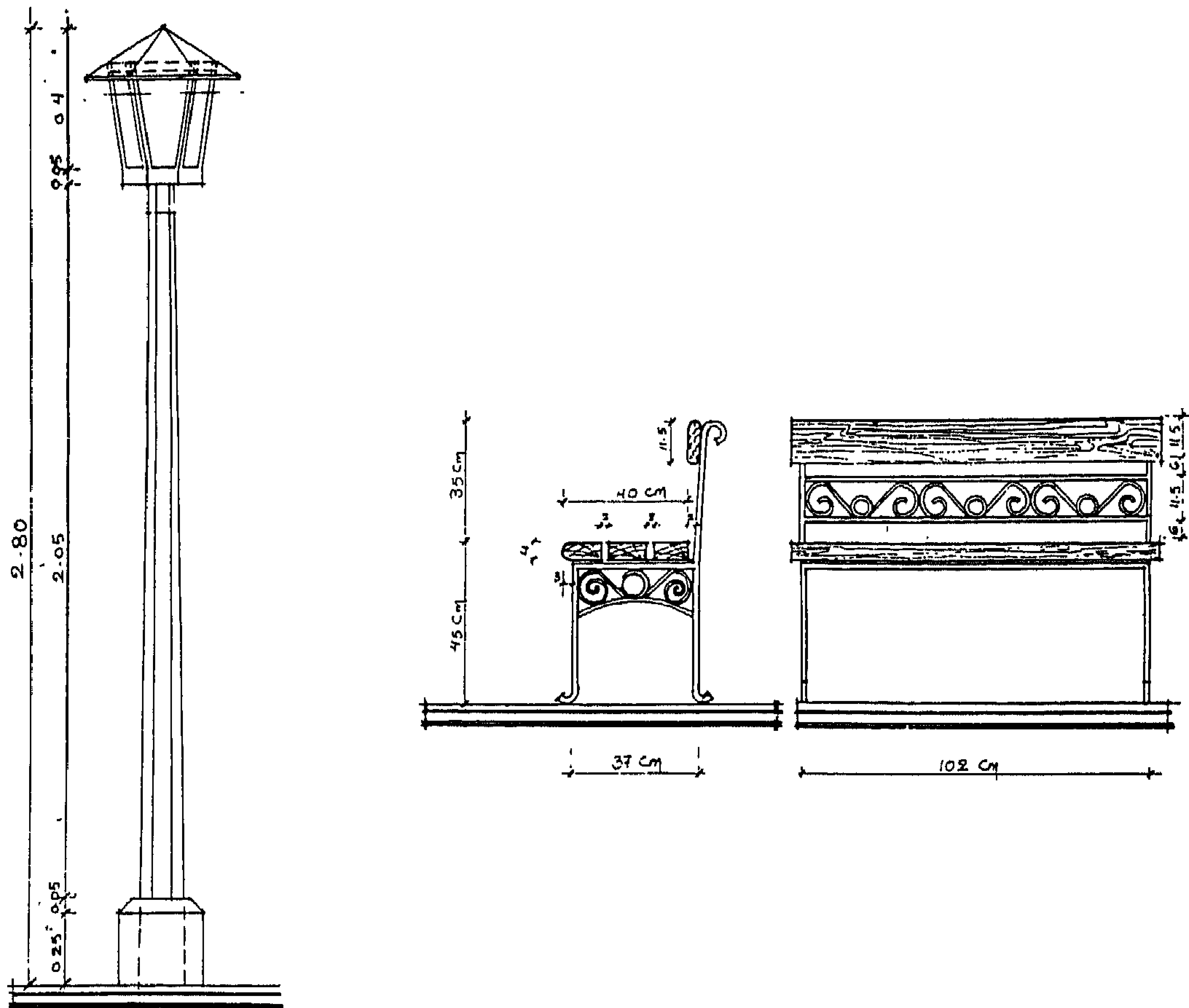
شكل ٥- التصميم المقترح للفراغ

حوض للزراعة على الحد الشمالى للفراغ العمرانى، أبعاده ٣٨٠ × ٨٢٠ × ٩٠ سم ، وتمت كسوته بالحجر الطبيعى. وكان المقصود من استعمال الحجر الطبيعى التماشى مع الملمس الطبيعى للوحدات الموجودة بالأرضية ولإعطاء إحساس بالاتساع الفراغى عن طريق إعطاء العين إحساس بصغر الوحدات المستعملة فى الأرضيات ، وكسوة حوض الزراعه. وقد تم توزيع المقاعد ووحدات الجلوس حول هذا الحوض فى حجمين وبتشكيلات مختلفة للسماح بتكوين وحدات سلوكية مختلفة الحجم والنشاط. وقد تم تثبيت بعض هذه المقاعد بينما ترك الباقى قابلاً للحركة ، لإعطاء المرونة اللازمة تبعاً لحجم ونوع الوحدة السلوكية المتكونه.

وقد أضيفت منطقة جلوس بارتفاع ٨٠ سم فوق منسوب أرضية المكان فى موقع ملاصق لسلالم المبنى كمنطقة خاصة للمشاهدة والمراقبة ، والتى قد تجذب بعض الوحدات السلوكية الصغيرة لنشاط الحديث ، والتى كانت سابقاً تحتل موقعها على سلالم المبنى. هذه المساحة أيضاً توفر مساحة للمشاهدة السلبية دون اشتراك حقيقى فى الأنشطه.

### ٣-جـ- فرش الفراغ العمرانى

ولتسهيل أداء الفراغ العمرانى لوظائفه فقد تم تصميم كل عناصر الفرش خصيصاً لتتناسب مع الغرض المطلوب منها ، مثل: المقاعد الثابتة ، المقاعد المتحركة ، أعمدة الإضاءة ، وحدات الإضاءة الحائطية ، المساحات المزروعة ، وحتى لوحة الإعلانات. وقد تم مواجهة احتمالات التخريب وسوء الاستعمال عن طريق اختيار أفضل المواد الممكنة مثل خشب العزيزى المقاوم للعوامل الجويه، قطاعات حديدية مجلفنة ومعالجة بالحراره، برشام حديدى بدلاً من المسامير، وزجاج مقاوم للصدمات لوحدات الإضاءه. وبخلاف لوحة الإعلانات فقد تم تنفيذ كل عناصر الفرش الأخرى ، وظهر أداؤها لوظائفها على أعلى مستوى ممكن أثناء إعادة تقييم أداء الفراغ خلال عام ١٩٩٦.




شكل ٦- بعض عناصر فرش الفراغ العمرانى المنفذة فعلاً

## ٤-زمن البقاء: مؤشر قياسى جديد لكفاءة التصميم

حقق تنفيذ التصميم المقترح رفع زمن الاستغلال لأى فترة أربعين دقيقة من المراقبة بصورة واضحة عما كان عليه قبل التصميم ولكن ليس لدرجة تحقيق الدقائق الثمانمائة (٨٠٠) المستهدفه. وربما يعود الفارق بين الخمسمائة وتسعين (٥٩٠) دقيقة المحققة والثمانمائة (٨٠٠) المستهدفه إلى المحددات المادية للفراغ العمرانى والطاقة الاستيعابية المحدودة لمسقطه الأفقى.

وقد أثبت توزيع الوحدات السلوكية داخل الفراغ خلال النصف الثانى من العام الدراسى ١٩٩١-١٩٩٢ استعمال الطلاب لعناصر الفرش بشكل يتناسب مع التوقعات ، حيث نجح التصميم فى تشجيع حدوثها فى الأماكن المصممة لها. كذلك فقد احترم المستعملون التوزيع الأساسى للمقاعد بالمحافظة على مسافة حوالى ١٢٠ سم بين المقاعد الثابتة والمتحركة أثناء استعمالها بما يؤكد دقة الملاحظات الميدانية التى تم التصميم بناءً عليها ، وملاءمة التصميم لحاجات المستعملين. كذلك فإن بساطة التصميم أثبتت أهميتها عند استمرار استعمال الفراغ حيث تلاءمت مع حاجة المستعملين لتحريك الفرش فى أماكن مختلفة بما حقق المرونة الكاملة للتصميم.

شكل -٧- جدول زمن الاستغلال بعد تنفيذ التصميم .

| | مجموعة صغيرة | مجموعة متوسطة | مجموعة كبيرة | زمن الاستغلال (دقيقة) |
|---|---|---|---|---|
| فترة الذروة | ٩ | ٢٠ | ٥ | |
| | ٩ * ٤٠ | ٢٠ * ١٥ | ٥ * ١٠ | ٧١٠ دقيقة |
| فترة أخرى | ٧ | ١٢ | ١ | |
| | ٧ * ٤٠ | ١٢ * ١٥ | ١ * ١٠ | ٤٧٠ دقيقة |
| المتوسط العام | ٨٦ | ١٦ | ٣ | |
| | ٨ * ٤٠ | ١٦ * ١٥ | ٣ * ١٠ | ٥٩٠ دقيقة |

**٥-التصميم باستعمال الوحدات السلوكيه: مدخل للتفاعل مع المستعملين**

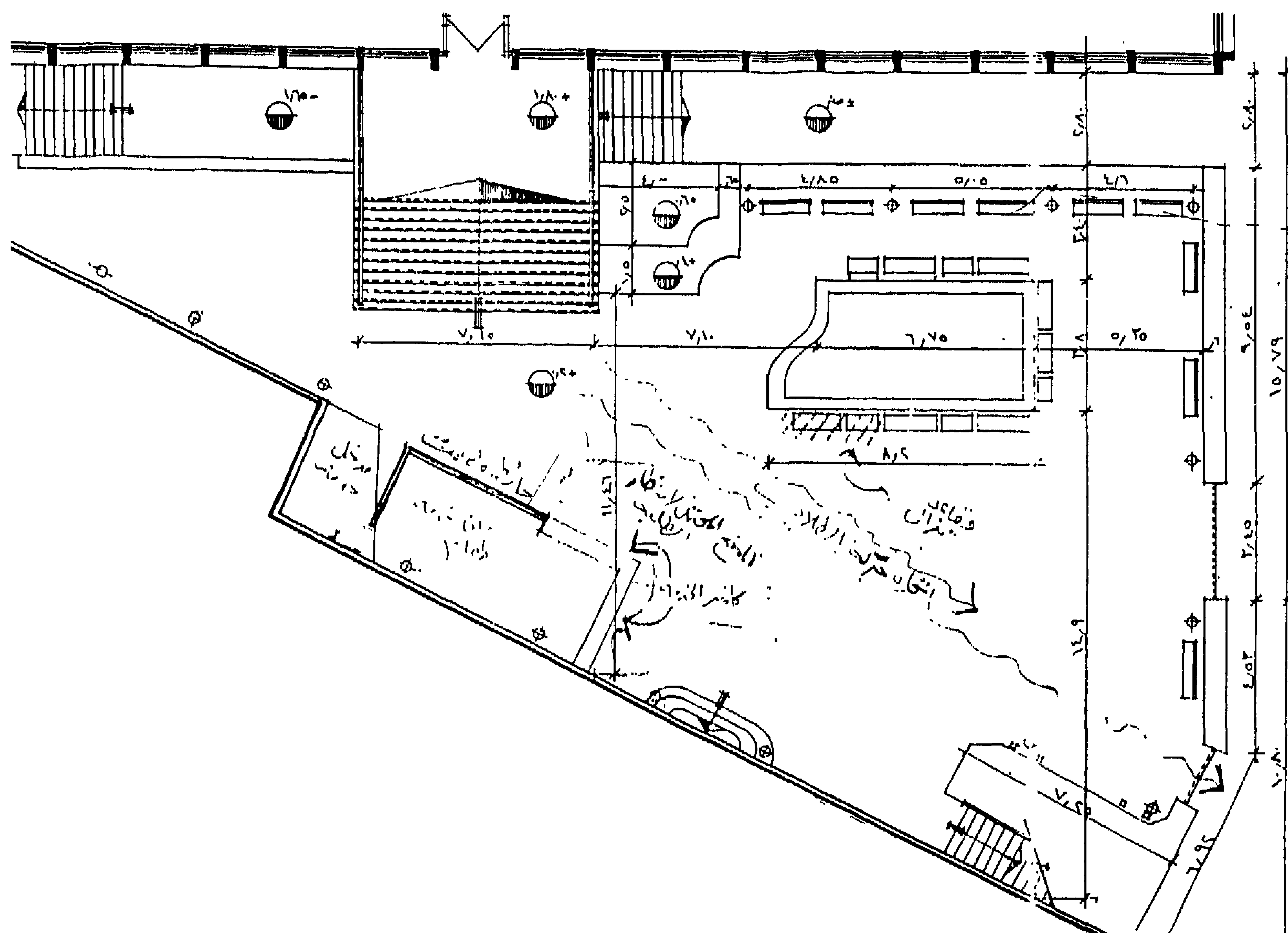
بدأ منذ الوهلة الأولى لفتح الفراغ للمستعملين ردود فعل مباشرة أوضحت موافقة أو عدم موافقة التصميم لحاجات المستعملين ، وبناءً على الموقف التصميمى الذى اتخذه المصمم والذى يحترم أهمية رأى المستعملين فإن تقييم ما بعد التنفيذ مثل جزءاً هاماً من العملية التصميمية استمرت فيه الملاحظة الميدانية لتسجيل التعديلات التى يضفيها المستعملون على الفراغ العمرانى والفرش المصمم به. وتمثل مرحلة تقييم ما بعد التنفيذ أحد المراحل التى تكتسب أهمية خاصة عند التصميم باستعمال الوحدات السلوكية بدلاً من طريقة التصميم التقليدية والتى ينتهى فيها العمل بخروج التصميم إلى الجهة المنفذه.

أول ملاحظات ما بعد التنفيذ كانت فى عدم استعمال المدخل الرئيسى للفراغ بنفس الكثافة المتوقعه ، حيث اختار المستعملون عبور حوض الزهور المنفذ فعلاً فى الجزء الجنوبى من الحد الشرقى للفراغ للدخول والخروج ، بدلاً من المدخل المنفذ فعلاً فى منتصف ضلع الفراغ المطل على طريق السيارات. وقد تم احترام هذه الرغبة للمستعملين بتعديل التصميم الأصلى وفتح مدخل جديد فى نقطة العبور التى اختارها المستعملون. هذا التعديل لم ينتج عنه إلغاء أهمية المدخل الرئيسى للفراغ الذى ظل يستعمل بالتوازى مع المدخل الجديد ، وانقسم المستعملون بصورة واضحة بينهما بحيث أصبح المدخل الجديد أكثر استعمالاً للحركة السريعة ، بينما المدخل الرئيسى يستعمل للمجموعات الطلابية التى تتحرك فى غير المواعيد الفاصلة بين المحاضرات.

تعديل آخر للتصميم المنفذ بعد فتحه للاستعمال مباشرةً ، كان بتحريك المستعملين للمقاعد جهة الحد الجنوبى الغربى للفراغ ، نظراً للمساحة الكبيرة من الظل على هذا الجزء فى شهور الصيف الطويله. وقد أوضح هذا التعديل أهمية "الظل" كعامل بيئى لا يستهان به فى تصميم الفراغات العامة بالرغم من أن الفراغ موضع التصميم لا يستعمل فى شهور الصيف الحارة ، وإنما ينتهى استعماله الكثيف فى شهر مايو قبل اشتداد حرارة الجو.

وخلال العام الدراسى ١٩٩٤-١٩٩٥ حدثت إضافة كبيرة فى فرش الفراغ ، بإضافة كشك خشبى لخدمة الوجبات السريعة والمشروبات. وهنا تدخل طرف ثالث فى عملية التصميم بخلاف المصمم العمرانى والمستعملين ، وهو المستثمر الذى يقدم الخدمه. وقد تم عرض موقعين للخدمة الجديدة بناءً على التصميم الأصلى ، أحدهما بالقرب من المدخل الرئيسى للفراغ بشكل وحدة خشبية صغيرة تتوافر بها فقط إمكانيات التسخين والآخر فى مواجهة سلم المبنى بمساحة أكبر تسمح بوجود مكان لتجهيز الوجبات. وقد اختار المستثمر الموقع الثانى الكبير فتم وضع اشتراطات خاصة عليه بمنع فتح شباك للبيع فى حدود ثلاثة أمتار من سلم المدخل للحفاظ على سيولة حركة الطلاب وعدم تأثرهم بأماكن الانتظار التى سيحتاجها الطلاب أثناء قيامهم بالشراء. وبمتابعة استعمال الفراغ بعد إضافة النشاط الجديد إرتفع مستوى صيانة الفراغ ونظافته حيث أصبح المستثمر الجديد مهتماً بتوفير أفضل الظروف البيئية لعملائه. إلا أن هذا النشاط الجديد أثر علىاستعمال الطلاب لبعض أماكن الجلوس القريبة منه مما أدى إلى إزالتها وزيادة المساحة المخصصة لحركة الطلاب حول النشاط الجديد.

إن التصميم باستعمال الوحدات السلوكية مدخل متكامل للتصميم يضمن أداء الفراغات العامة لوظائفها ويضمن تفاعل المستعملين مع الفراغات المصممة لهم. وبصفة عامه فإن التصميم باستعمال الوحدات السلوكية يؤدى إلى كفاءة أعلى فى استعمال الفراغ العمرانى موضع التصميم وإلى تقليل النتائج السلبية الممكن حدوثها نتيجة محاولة تعديل سلوك المستعملين لتتماشى مع التصميم بدلاً من تكييف التصميم ليتلاءم مع سلوك المستعملين.



شكل ٨ – النشاط الجديد وتأثيره على التصميم

## المراجع:

أحمد م.صلاح عوف، التصميم باستعمال الوحدات السلوكية (٣): مقدمة لتصميم متوافق ثقافياً. مجلة جمعية المهندسين المصريه، يونيو ١٩٩٦.

- *Ahmed S. Ouf, "Designing with Behavior Settings: A Cultural Appropriate Design Approach", Egyptian Society of Engineers Bulletin, 1993 (in E)*
- *-- --, Image of Metropolitan Areas; The Case of Greater Cairo Region, M. Sc. Thesis, Department of Architecture, Cairo University 1984 (in English)*
- *Amos Rapoport, "Human Aspects of Urban Form", N.Y.: Pergamon Press, 1977*
- *Christopher Alexander, "The Pattern Language", Berkeley: Universiy of California Press, 19***
- *Lang et. al., " Designing for Human Behaviour", Dowden, Hutchinson & Ross Inc., 1974.*
- *Robert Sommer, "Personal Space; The Behavioral Basis of Design", N.J.:Prentice-Hall, Inc., 1969*
- *Whyte, William H., "The Social Life of Small Urban Spaces", Washington D.C. : The Conservation Foundation, 1980.*

# بلـــــــديات

أ.د. أحمد خالد علام

إن هاجر إلى القاهرة زاد من عشوائياتها ... !
وإن بقى فى قريته بنى سكنا له على الأرض الزراعية...!
فما هو الحل ... ؟!

لاشك أن أحد الأسباب الرئيسية لنمو المناطق العشوائية وإسكان العشش فى القاهره، هو هجرة أهل الريف المستمرة إليها، بحثا عن فرص عمل ومستوى معيشة أفضل ، مما ترتب عليه تدهور حالة العاصمه ، وتعقد مشاكلها ، وتلوث بيئتها .

والعلاج السليم هو وقف تيار الهجره ، والبدء فى إعادة تخطيط القاهرة . وعلى الجانب الآخر يعنى إيقاف هجرة أهل الريف أن يبقى ساكن القرية فى قريته يعمل فيها ويعيش فيها ، وبالطبع سيحتاج إلى مسكن، والحيز العمرانى - الكتلة المبنية للقرية - مكدسه ، ولا بديل أمامه إلا بناء مسكن على الأرض الزراعيه ... مما يترتب عليه تآكل الأرض الزراعية التى تمد سكان مصر بالغذاء من خضر وفاكهة وخبز ....

## فما هو الحل ..... ؟!

الحل هو النزوح إلى محاور تنمية جديدة خارج وادى النيل الضيق ، فى إطار تخطيط سليم على المستوى القومى والإقليمى.

## المرافق العامه

قبل صدور قانون الإدارة المحلية رقم ١٢٤ لسنة ١٩٦٠ ، كان يشرف على مدن مصر بلديات - مجالس بلدية - تختص بشئون العمران من نظافة ( كنس ورش وجمع قمامة والتخلص منها ) وإنارة ورصف الشوارع ومياه شرب وصرف صحى ونقل عام وحدائق ....

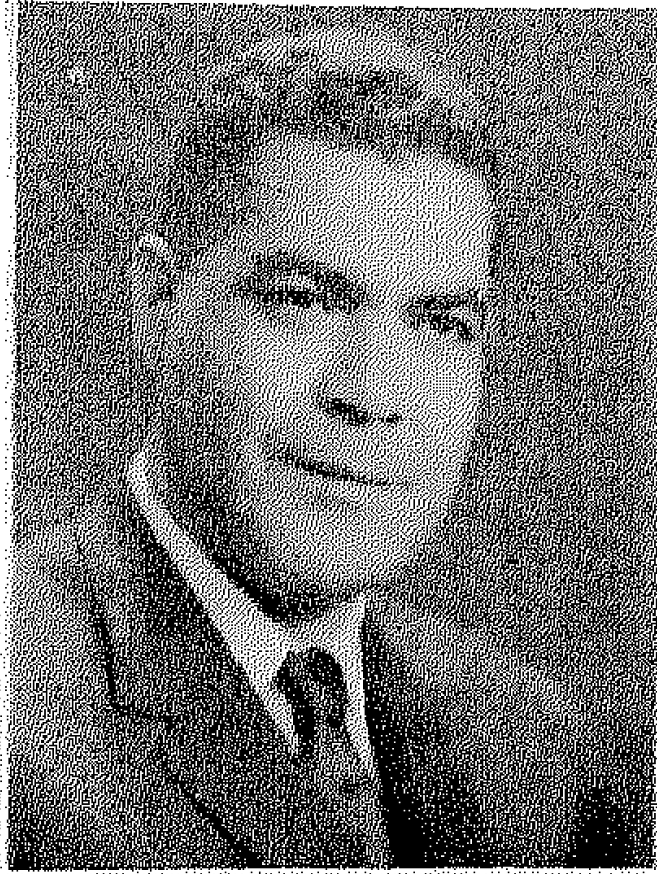
وكانت المجالس البلدية الصغرى تقوم بإدارة هذه المرافق بمعرفتها ، أما البلديات الكبرى كالقاهرة والإسكندريه ، فكانت توكل امتياز تشغيل هذه المرافق إلى شركات متخصصه .

ففى عام ١٨٦٥ منحت الحكومة امتيازا لشركة ليبون لتشغيل مرفق الغاز بالقاهره ، كما منحت عام ١٨٧٤ امتيازا لمسيو كوردين لتزويد القاهرة بالمياه. وكذلك كانت الكهرباء، وتسيير وسائل النقل ( من ترام ومترو وخطوط أتوبيسات ) تدار ويتم تشغيلها بمعرفة شركات متخصصة منحتها الحكومة حق الامتياز .

وكان تشغيل وإدارة وصيانة هذه المرافق ممتازا ، حيث كانت هذه الشركات تقدم خدماتها للجمهور بأسعار متهاوده ، وبكفاءة عاليه ، وكانت الحكومة وراء ذلك تضع الاشتراطات والتعريفة ( تعريفة الأسعار ) وتشرف عليها وتتابعها بجدية كامله ، ونادرا ما اشتكى ساكن القاهرة أو الإسكندرية من عطل فى تشغيل هذه المرافق .

وسارت الأمور على هذا المنوال حتى صدر قانون الإدارة المحلية المذكور عام ١٩٦٠ ، الذى ألغى نظام البلديات ، وانشأ مجالس مدن تتبع الإدارة المحليه ، وأممت شركات تشغيل المرافق ، وأصبح تشغيل وصيانة هذه المرافق بمعرفة مجالس المدن ، أو هيئات عامة حكومية فساءت حالتها ، وتدهورت بنيتها ، وارتفعت أسعار تأدية الخدمه ، وتلوثت مياه الشرب ، وتكدس الركاب داخل وسائل النقل العام ، وطفحت المجارى ... وغيرها ... وغيرها من المشاكل ، وضج السكان بالشكوى ...!

والآن ، بعد العودة إلى مبدأ الانفتاح الاقتصادى ، آن الأوان أن تفكر الدولة أن توكل إدارة وتشغيل أعمال الكهرباء ومياه الشرب والصرف الصحى والنقل العام والغاز إلى شركات فنية متخصصه ، وأن تقوم الحكومة بعمل تعريفة لكل مرفق بكل محافظة بما يكفل توفير خدمة مريحة ذات كفاءة عالية اقتصاديه ، وأن تشرف الحكومة بجدية على تنفيذ الاشتراطات التى ستبرم مع هذه الشركات .



## فى ذمة الله ...

# الأستاذ الدكتور محمد فهيم صقر

ننعى اليوم ببالغ الأسى رجلا من القلائل النابهين من أبناء مصر، حيث وافته المنية وهو فى قمة العطاء ... إنه المهندس الاستشارى الدكتور محمد فهيم صقر ، الأستاذ بكلية الهندسة جامعة القاهره، ونائب رئيس تحرير مجلة المهندسين المصريه.

ولد فى ١٩٢٢/٧/٣، وتأكد تفوقه المبكر على أقرانه حينما حصل على بكالوريوس الهندسة الكهربائية من جامعة القاهرة عام ١٩٤٣ ، وكان أول دفعته ، بل وظهر نبوغه من قبل حيث كان أول دفعته طوال سنى دراسته ، كما كان أول التوجيهية عام ١٩٣٨ . حصل على درجة الدكتوراه فى الهندسة الكهربائية من كلية الهندسه ، جامعة شفيلد ، انجلترا ، عام ١٩٤٧ ، كما نال منحة فولبرايت لما بعد الدكتوراه ، وذلك لجامعة MIT بأمريكا عام ١٩٥٢ ، واشترك فى العديد من المؤتمرات فى سويسرا وإيطاليا والمجر وتشيكوسلوفاكيا والدانمرك وسوريا ولبنان والعراق والكويت .

كما أوفد فى مهمة علمية إلى أمريكا عام ١٩٥٤ لدراسة صناعة الإطارات الكاوتشوك ، بهدف إنشاء أول مصنع لها بالشرق الأوسط ، وقد قام - رحمه الله - بزيارة جميع الدول العربية من المغرب العربى إلى المشرق العربى ، بهدف جمع معلومات إحصائية عن الطاقة الكهربائية بتكليف من مركز التنمية الصناعية التابع لجامعه الدول العربيه . وكان الهدف هو دراسة ربط هذه البلاد بعضها ببعض .

كان الراحل عضوا فى:

- جمعية المهندسين المصريه .
- ونائبا لرئيس تحرير مجلة جمعية المهندسين المصرية حتى وفاته فى ٢٨ يناير ١٩٩٦ .
- جمعية مهندسى الكهرباء والإلكترونيات العالميه .
- جماعة خريجى المعهد القومى للإدارة العليا، وأمين عام أول مؤتمر لها عام ١٩٦٤ .
- الجمعية المصرية لخريجى الجامعات البريطانية منذ تأسيسها فى عام ١٩٨٦ .
- كما عمل نائبا لرئيس تحرير مجلة المهندسين المصرية عام ١٩٥٠.

ومن مظاهر التقدير العلمى والقومى له فى الداخل والخارج، حصوله على الميدالية الذهبية من اتحاد المهندسين العرب عام ١٩٨٨، والميدالية الذهبية وشهادة تقدير من وزارة الصناعة عام ١٩٨٢، وشهادة تقدير من جمعية المهندسين المصريه، وقد عين رئيسا للجنة اختيار المرشحين لجوائز الدولة التشجيعيه، ومستشارا لمركز التنمية الصناعية للدول العربيه .

وضع بحوثا نشرت فى المجلات العالمية والمحليه ، وكذلك فى العديد من المؤتمرات العالمية والمحلية فى موضوعات هامه ، فى مقدمتها تطوير المصانع القديمة باستخدام الحاسبات فى الصناعة والإداره ، وفى هذا المجال تم نشر ما لا يقل عن ٣٠ تقريرا وبحثا ، وتم فعلا تطوير العديد من المصانع القديمه، أولها مصنع الحديد والصلب بحلوان ، ثم مصانع الأسمنت، والنسيج، والأغذيه ، وكان من الموضوعات التى شملتها هذه البحوث ، التعاون بين الدول العربية فى مجال الطاقة الكهربائيه، ودراسة الإحصاءات ومشاريع الربط ونقل الخبره . هذا وقد ادخل الدكتور محمد فهيم صقر تدريس مادة الإدارة لطلبة الهندسة ( مرحلة البكالوريوس ) وتطورت فأصبحت دبلوم الهندسة الإدارية لجميع فروع الهندسة بالكليه ، ساعده على ذلك عمله كمدير وكرئيس مجلس إداره .

وتقديرا لجهوده العلمية المتواصلة منح اسمه جائزة الدولة التقديرية فى العلوم الهندسية عن عام ١٩٩٥ ......

جعل الله الجنه مثواه ....



في ذمة الله ....

# الأستاذ الدكتور مهندس على محمد كامل

من علماء مصر المبرزين فى مجال الهندسة الميكانيكيه ، وقادة المدارس الفكرية فى إعداد المهندسين ، ونقل التكنولوجيا وتوظيفها .

وهو حائز لجائزة الدولة التقديرية فى العلوم الهندسية لعام ١٩٩٠ .

ولد عام ١٩١٨ ووافته المنية فى ٢٠ يونيو ١٩٩٦ عن عمر يناهز ٧٨ عاما. تخرج من كلية الهندسة بامتياز عام ١٩٤٠، وحصل على دكتوراه الهندسة الميكانيكية من جامعة سانت اندروز ، اسكتلندا ، عام ١٩٤٩ . ثم عين أستاذا بكلية الهندسة – جامعة عين شمس .

وقد تدرج خلال حياته العملية فى وظائف عديده ، فعمل مهندسا بورش السكك الحديدية بالقاهرة عام ١٩٤١ ، ومهندسا بشركة مياه القاهره ، وشركة التبريدات المصرية حتى عام ١٩٤٦ .

ولخبراته المتعددة وكفاءته اختير عضوا فى :

- جمعية المهندسين المصريه
- عضوا فخريا بجمعية المهندسين الميكانيكيه
- عضوا بلجنتى بحوث الطاقة وبحوث البترول بأكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا
- عضوا بلجنة المواصفات الفنية الكهربائية الدولية
- عضوا بجمعية المهندسين الميكانيكية بلندن I Mech. E. منذ عام ١٩٤٨
- عضوا بجمعية المهندسين بألمانيا الغربية VDI منذ عام ١٩٥٨ – واصبح عضوا فخريا بها عام ١٩٨٥ تقديرا لجهوده فى نقل التكنولوجيا إلى المهندسين المصريين فى الهندسة الميكانيكية عموما ، وفى مجال محركات الطيران النفاثة خصوصا . ومما يخلع عليه شرفا يستحقه أنه الوحيد فى الشرق الأوسط الذى نال هذا التقدير حتى اليوم.

واشترك د. على محمد كامل فى كثير من المؤتمرات العلمية فى الداخل والخارج ، أبرزها المؤتمر العام الخامس عشر لليونسكو بباريس عام ١٩٦٨ ، والمؤتمر الثامن عشر عام ١٩٧٤ ، وحلقة الأمم المتحدة للبيئة المحيطة بالإنسان فى الدول الأفريقية بأديس أبابا عام ١٩٧١ ، ومؤتمر الأفريقيين الثالث بأديس أبابا أيضا عام ١٩٧٣ حيث قدم بحثا عن تخطيط النقل العام الكهربائى فى المدن الأفريقيه .....

وهذا فضلا عن الإعارات والانتدابات والمهمات العلمية التى كان يكلف بها فى ألمانيا والولايات المتحدة والاتحاد السوفيتى وفى بعض العواصم العربية كدمشق ، والخرطوم ، ومراكش ، والرباط .

له بحوث كثيرة نشرت فى مجلات ألمانيا الغربية وإنجلترا فى حينه ( ١٩٥٨)، ونشرة أكاديمية العلوم السوفيتية فى التحكم الآلى عام ١٩٦٠ ، فضلا عن أبحاث عديدة نشرت فى المجلات العلمية العربيه . وكانت هذه البحوث تجمع على التطبيق المباشر لها فى البيئة المصرية بهدف تنميتها، مستخدمة قدرات الباحث وخبرته الهندسيه .

كما كانت له مراجع دراسية جامعية باللغة العربية فى أداء محركات الاحتراق الداخلى الترددية وسريان الغازات والحراره.

ومن أعماله البارزة فى ميدان تخصصه :

- أنه أنشأ منذ الستينات مدرسة فكرية بكلية الهندسة بجامعة عين شمس تزاول تعليم الهندسة باللغة العربية لتحقيق الترابط والتكامل الفكرى بين مستويات التخطيط والتصميم

والتنفيذ الهندسى . والبحث والتطوير التجريبى .

- نادى بالتعليم الهندسى النوعى العالى فى ميادين الصناعات المعدنية والكيماوية والنسجية والبترولية والزراعية والغذائية والاستعانة فى ذلك بالندوات التدريبية التى تنظمها جمعية المهندسين الميكانيكيين للمهندسين العاملين فى تلك الميادين.

- نادى بالخدمة العسكرية بعد التعليم الثانوى لتساهم فى تأسيس التكوين التكنولوجى للشباب وتهيئ له قدرات الاختيار بين العمل الميدانى والتعليم العالى .

- إنشاء نظام الدورات التدريبية الميدانية الذى تمارسه جمعية المهندسين الميكانيكيين منذ عام ١٩٧٩ بهدف رفع قدرات المهندسين الميكانيكيين على إنجاز المهام الهندسية المنوطة بهم فى مواقع عملهم . ونظم تقييم هذه القدرات المنبثقة من الدورات .

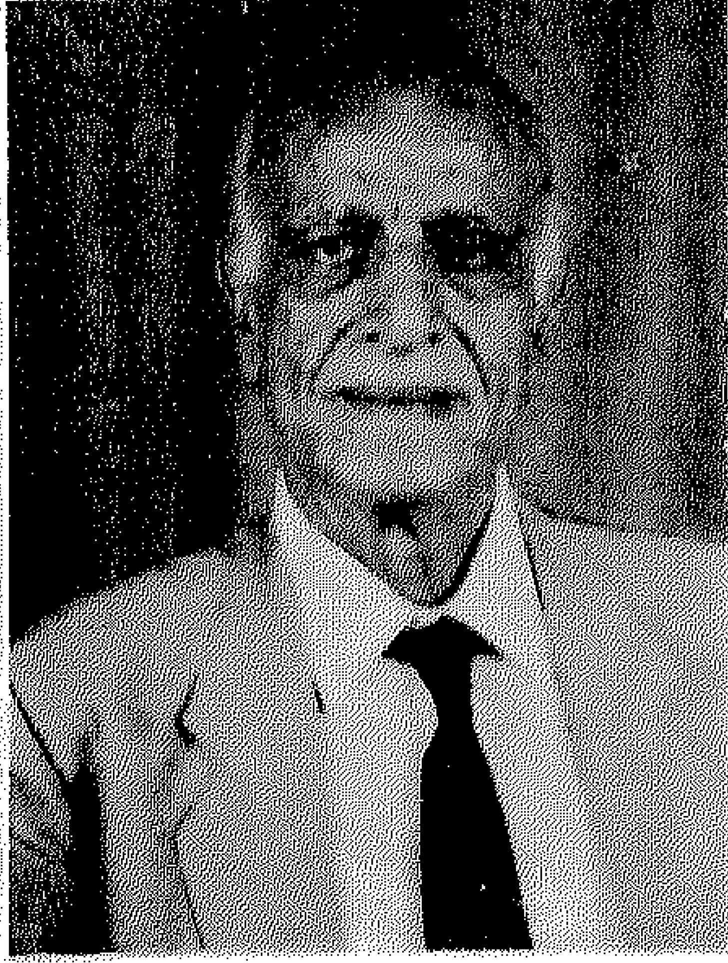
- شارك فى تأسيس مركز التعليم المتواصل بجمعية المهندسين المصريه ، وكان أول مدير له .

حصل من جمعية المهندسين المصرية على شهادة التقدير وميداليتها فى يوم المهندس عام ١٩٨٥ .

ولعل أبلغ ما يمكن أن نرثى به الدكتور على محمد كامل ، هو قول الشاعر :

والموت نقاد على كفه

جواهر يختار منها الجياد



في ذمة الله ...

# مهندس عبد الوهاب سليم البشرى

انتقل إلى جوار ربه فى ١٩٩٦/٥/١٤ السيد المهندس عبد الوهاب البشرى وزير الحربية والإنتاج الحربى الأسبق عن عمر يناهز ٨١ عاما ، أعطى خلالها لبلاده الكثير .

وحين نستعرض سجل حياته العلمية يتكشف لنا أنه سجل حافل بالإنجازات فى المجالات المختلفه .

ولد الفقيد فى ٢٠ يناير ١٩١٥ ، وقد حصل على بكالوريوس كلية الهندسه ، قسم الكهرباء عام ١٩٣٦ ، وماجستير فى العلوم العسكرية كلية أركان حرب عام ١٩٤٣ ، مع دراسة عليا لمدة سنة فى الإدارة الصناعية بكلية التكنولوجيا بجامعة مانشستر عام ١٩٥٠/١٩٥١ .

وقد تدرج منذ تخرجه فى وظائف عديدة حتى أصبح وزيرا للحربية (١٩٦٢ / ١٩٦٦ ) ثم وزيرا للإنتاج الحربى (١٩٦٦/ ١٩٦٩) ، وقد كان أول وزير للإنتاج الحربى .

بدأ مهندسا بمصلحة التليفونات ( ١٩٣٦ / ١٩٣٧ ) ، ثم ضابطا بسلاح المهندسين عام ١٩٣٧ ، ثم ضابطا بإدارة العمليات الحربيه ، ومصلحة الأشغال العسكريه ، ورئاسة هيئة أركان حرب الجيش حتى عام ١٩٥٠.

**ثم رأس:**

- مجموعة الخبراء بمنظمة العمل الدولية ( ١٩٧١/ ١٩٧٦ )
- مكتب الاستشارات الهندسية و الإدارية "امكو " عام ١٩٧٧
- جمعية الهندسة الإدارية فى نفس العام
- مجلس بحوث تنمية الإنتاج الصناعى، أكاديمية البحث العلمى منذ عام ١٩٨٠ وحتى تاريخ وفاته .
- كما عين نائبا لرئيس جمعية المهندسين المصرية منذ عام ١٩٧٨ .

هذا ، والمهندس عبد الوهاب سليم البشرى من الدفعة الأولى للمهندسين العسكريين بسلاح المهندسين والأشغال العسكريه ، وقد شارك فى إعداد الكوادر بالجيش للوقاية من الغازات السامه ، وفى أعمال التحصينات ضد الغارات الجوية فى وحداته أثناء الحرب العالمية الثانيه. كما قام بالمشاركة مع هيئة أركان حرب الجيش فى مراحل إعداد القوات المصرية أثناء الحرب العالمية الثانية أيضا وأثناء حرب فلسطين . فضلا عن أنه شارك منذ عام ١٩٥١ مع مجموعة الرواد الأوائل فى مراحل الإعداد والتركيب للمصانع الحربية التى بدأت الإنتاج الحربى تباعا ابتداء من عام ١٩٥٤ ، كما عهدت إليه قيادتها ورئاسة مجلس إدارتها منذ عام ١٩٥٦ وحتى عام ١٩٦١.

قام بالمعاونة مع رجال المصانع الحربية بإدخال العديد من الصناعات المدنية التى تضمنها برنامج التصنيع الأول ١٩٥٨ / ١٩٦١ والخطة القومية الأولى ١٩٦١ / ١٩٦٥ جنبا إلى جنب مع الصناعة الحربيه ، فأدخلت صناعات آلات الورش والمحركات الديزل والعدد والسنترالات التليفونية والصناعة الإلكترونيه ، وعديد من الأجهزة المنزليه، كمواقد وسخانات البوتاجاز والثلاجات الكهربائيه ، بجانب التوسع فى إرساء قاعدة قوية فى أعمال السباكة الحديدية وغير الحديديه .

وقد وجهت للبحوث والتطوير فى مجالات الإنتاج الحربى عناية كبيرة فأنشئت إدارة خاصة للتكنولوجيا، وحظيت أساليب التخطيط والإدارة الحديثة بالاهتمام الجدير بها، مما جعل من المصانع الحربية قاعدة وركيزة هامة للصناعة الهندسية والإنتاج الحربى .

وبعد ترك المناصب الوزاريه، بذل أهتماما خاصا بالإدارة

الحديثه ، والتنمية الإدارية وتنمية الملكات والقدرات الاستشاريه، فعين رئيسا لمجموعة الخبراء بمنظمة العمل الدولية عام (١٩٧١ / ١٩٧٦ ) ، وظل يواصل نشاطه الخاص فى التنمية الإدارية والاستشارات الهندسيه ، مشاركا فى مختلف مراحل التنمية بالبلاد من خلال عمله :

- كرئيس لجمعية الهندسة الإدارية ( جمعية المهندسين ) منذ ١٩٧٦ .
- ونائب رئيس جمعية المهندسين المصرية منذ عام ١٩٧٨ .
- ورئيس مجلس بحوث تنمية الإنتاج الصناعى ، أكاديمية البحث العلمى منذ أوائل عام ١٩٨٠ .

وتقديرا لخدماته العديدة لبلاده ، منح وسام الجمهورية الدرجة الثانية عام ١٩٥٤ ، والدرجة الأولى عام ١٩٦٤ و١٩٧٩ والعلوم والفنون عام ١٩٨٠ ......

- رحم الله الفقيد واسكنه فسيح جناته -

*REFERENCES*

[1] *Standard ETS 300 001, (PSTN); General Technical Requirements for Equipment Connected to an Analogue Subscriber Interface in PSTN.*

[2] *ITU-T Recommendation I.430, Basic User-Network Interface - Layer 1 Specification.*

[3] *ITU-T Recommendation I.431, Primary Rate User-Network Interface - Layer 1 Specification.*

[4] *Standard ETS 300 297, (ISDN); Access Digital Section for ISDN Basic Access*

[5] *Standard ETS 300 233, (ISDN). Access Digital Section for ISDN Primary Rate.*

[6] *Standard ETS 300 324-1, (SPS); V Interface at the Local Exchange (LE), V5.1 Interface for the Support of Access Networks (AN)*

[7] *Standard ETS 300 463, (TM); Requirements of Passive Optical Access Networks (OANs) to Provide Services up to 2 Mbit/s Bearer Capacity.*

[8] *Standared PrETS 300 681, (TM), Optical Distribution Network (ODN) for Optical Access Network (OAN).*

subscribers supported by 64 kbps channels. Functionality and structure of this equipment is covered by normative documents [7, 8]. This solution seems to be very prospective because it uses optimum transmission media in specific network places, copper wires in the part of narrower bandwidth and fibres in the part of broader aggregate bandwidth. Now this access systems are delivered with **SNI** version **V5.1** as multiplexers, after completing the international standardization of **V5.2** interface they will work as concentrators.

Capacity of **RSM** varies usually between hundreds to several thousands of subscribers. It is necessary to emphasize that **RSMs** communicate with **LE** by a proprietary protocol. On the existing level of standardisation **RSMs** of a manufacturer cannot collaborate with a **LE** of another manufacturer.

### 5.2 Radio systems in Access Networks

In recent years wireless systems have also appeared in access networks. They help to:

* Increase partly mobility of new subscribers and shorten time for interim installation of subscriber lines before laying an ordinary subscriber cables. Due to the great cost of radio waves all these systems work on principle of concentrators and usually with a narrower bandwidth.

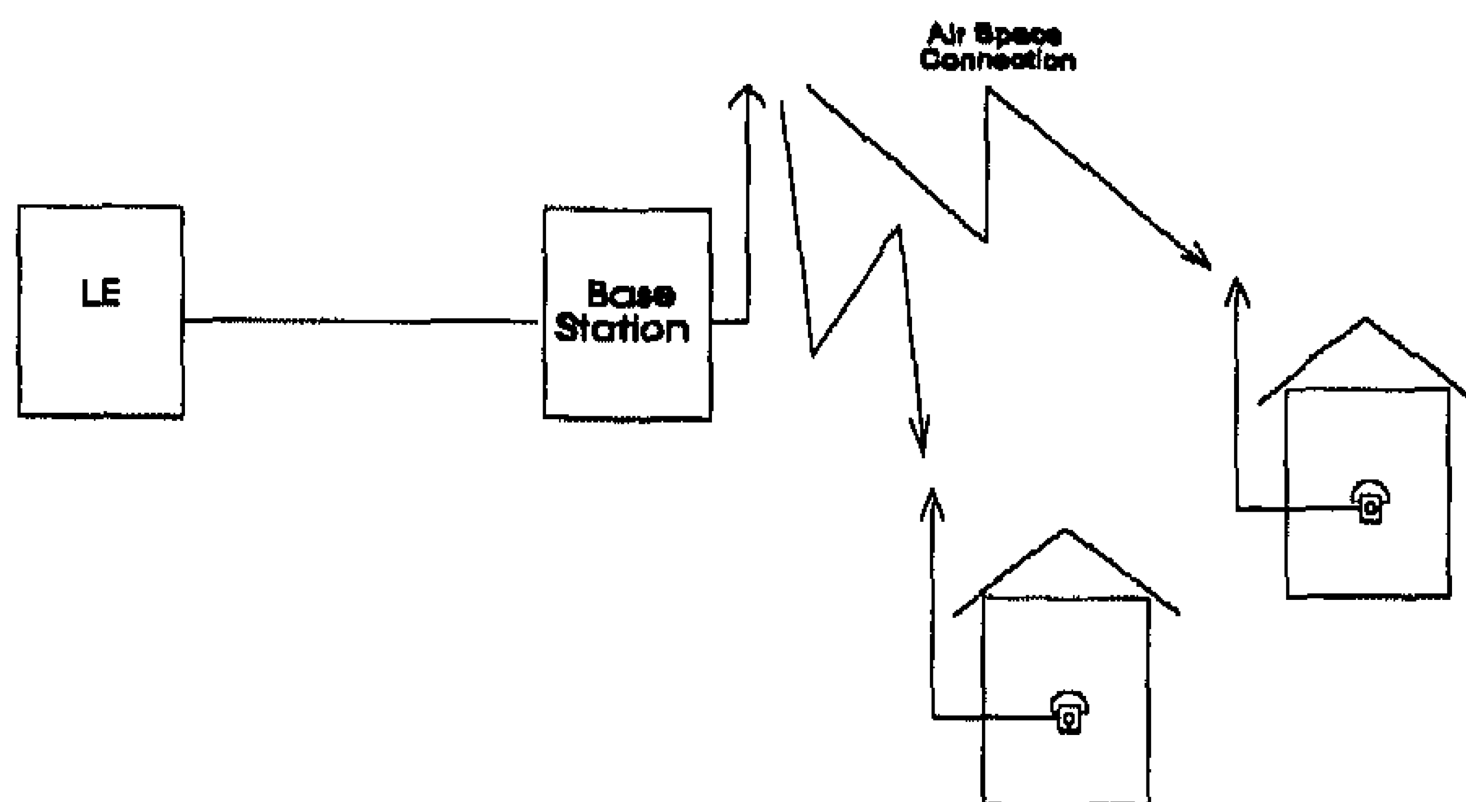



Fig.4 - Wireless In The Local Loop (WLL)

Wireless systems can be rapidly deployed, and are highly flexible in meeting the uncertainties of subscriber demand. The first generation of systems was analogue. Newer ones, based on digital technology offer many benefits, e.g. improved sound quality, less interference from sources of radio energy and increased privacy. Typical **WLL** system can cover an area withthe diameter up to 40 km.

For smaller areas with the diameter of kilometres were developed other techniques, i.e. **CT** (Cordless Telephone) and **DECT** (Digital European Cordless Telecommunication). **CT** networks are built in two versions, **CT1** with analogue transmission and **CT2** with digital transmission.

At **CT2** systems the speech signal is digitised using a 32 kbps **ADPCM** encoder. The maximum transmitted power is 10 mW and the control data bits are protected against errors. **CT2** also supports data transmission up to 2.4 kbps bitrate by the speech codec and higher rates by the direct access to 32 kbps bearer channel.

**DECT** standard was defined especially to address difficulties of radio communication in office buildings. The **DECT** technology that is sized for data transmission on bitrates up to 250 kbps is ideal for a deployment in wireless local loop situations, not limited by the power of the cordless telephone. It may cover areas with the diameter approximately 5 km which is ideal for an urban environment.

## 6. ACKNOWLEDGEMENT

I would like to thank my tutor Dr. Milan Meninger for his fruitful support, careful technical guidance and critical remarks during collecting materials and preparing this paper.

## 7. CONCLUSION

During the last decades experience and education of the mankind have doubled each five years. Efficient exchange of information inevitably depends on supporting telecommunication networks and services. To keep the pace with this social development the telecommunication networks have to develop themselves intensively, too.

The most quickly developing part of the telecommunications are access networks that are closely linked with users and providers of telecommunication services. The purpose of this article has been to introduce basic new terminology, to describe basic used communication techniques and in this way to develop a support for the next part of this serial that will submit model solutions for specific situations of the access network.

even if they were based on the digital technique, were usually interconnected with **LEs** at the analogue interfaces. Access systems of the second generation were designed for collaboration with specific **LEs** and communicated with them by proprietary protocols. This solution was naturally fully operable and technically reliable and under monopoly operation of telecommunication networks also represented normal condition for building of telecommunication networks. The era of monopoly operation is gradually transformed into a more liberal multioperator telecommunication environment. This trend penetrates also into the structure of the telecommunication network whose earlier monolithic structure is dissolved into individual network elements (**NEs**) that are interconnected at interfaces that have to have fully specified parameters to guarantee full interoperability between different network parts. Under these new conditions individual collaborating network elements may be manufactured by different producers.

Practically all problems in the access network standardisation are linked with **SNI**. Nevertheless the modern access network is designed as a multifunctional network high priorities in its design and also in its standardisation are paid to the support of the telephone service. The first modern **SNI** interface covering the 64 kbps and derived bitrates is the **V5.x** series, where **V5.1** [6] deals with multiplexer interface and **V5.2** treats the interface with concentration. For future broad band services the **VB.5** interface is under preparation.

## 5. EXAMPLES OF ACCESS EQUIPMENTS

### 5.1 Cable systems in Access Networks

Classic connection of **POTS** subscribers to **LE** via copper wire has been optimised for the copper wire of diameter 0.4 mm for which results the length of maximum access link approximately 3 km. Direct passive connection of subscribers on longer distance would require thicker wires what degrades economy of the network. Longer subscriber links are therefore realised by various transmission access systems.

Note:

Applications of access systems on shorter distances, i.e. in the range of the single copper pair are also used in situations where the cable wire capacities are exhausted and where the installation of a new cable is not possible or effective.

The following table lists some access equipments and below are described their specific features.

*Tab. 2- Capacities of typical access equipment.*

| MULTIPLEXERS | CONCENTRATORS |
|---|---|
| PCM 2 or PCM 4 | |
| PCM 10 | PCM 8 |
| PCM 30 | |
| PCM 120 | |
| | PCM 240 |
| FITL 480 / V5.1 | FITL 480 / V5.2 |

The family of multiplexers has the greatest population among access equipments. The simplest one is usually called **PCM2**. The system uses one digital line 160 kbps, originally designed for the **BA-ISDN** access, for two **POTS** channels. The version **PCM4** is supported by the same digital line but uses a compressed coding of voice signal, e.g. by Adaptive Differential **PCM** (**ADPCM**). Systems **PCM2** and **PCM4** are designed for two-wire operation. Systems **PCM10** and **PCM30** are designed in two versions. Older ones use classical **HDB3** (High Density Bipolar) two pair digital line.

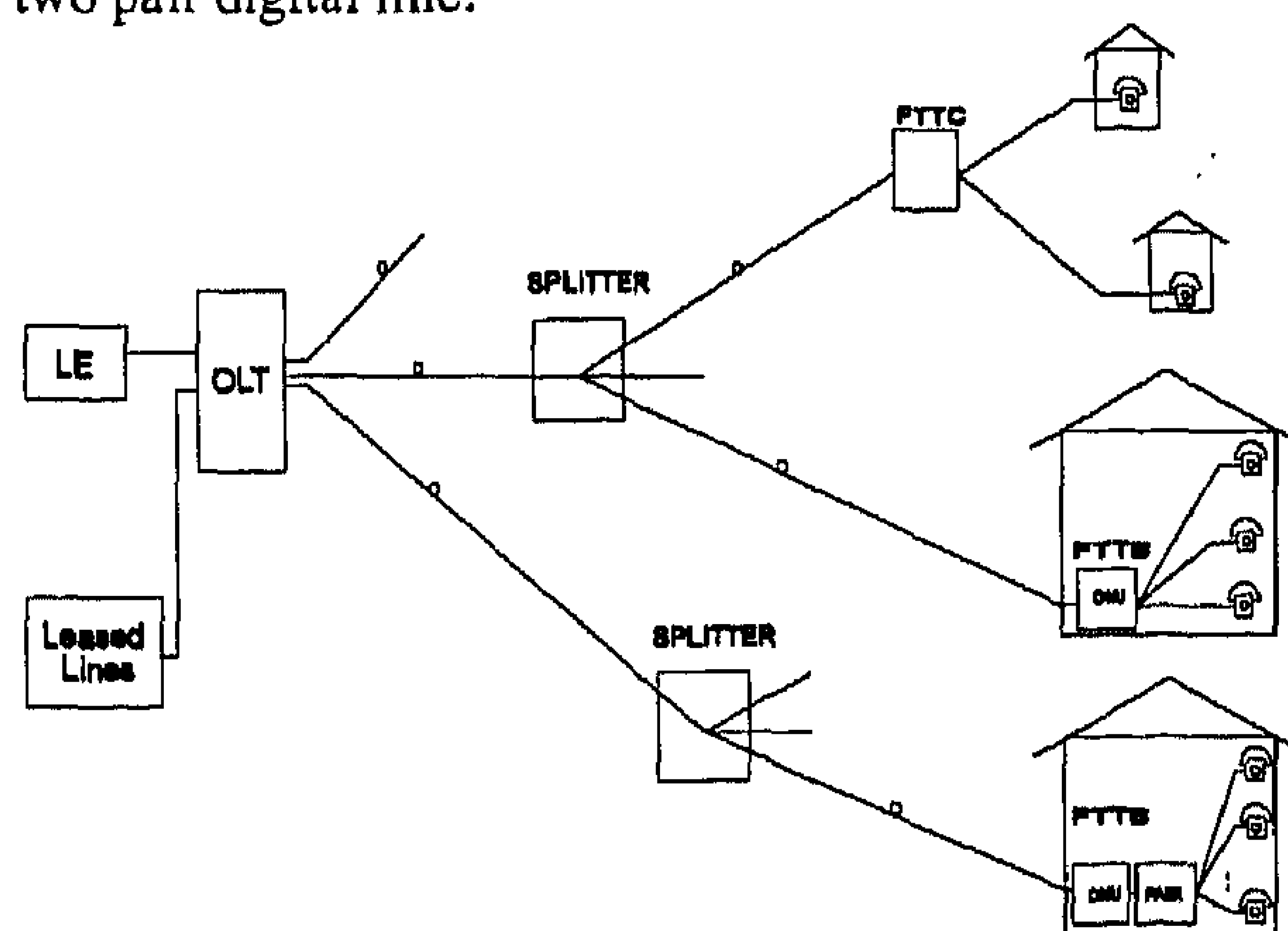



Fig.3- Optical Access Network (**OAN**).

The most modern concept, sometimes called as Optical Access Network (**OAN**) or **FITL** systems (Fibre In The Loop), see Fig.3, provides a special topology of access network. These systems are characterised by one or more single or multiple star shaped passive optical distribution network connecting optical network units **ONU** to one central optical line termination (**OLT**). An **ONU** has usually access to a 2 **Mbps** transmission bandwidth. Individual subscribers are connected to **ONUs** via copper lines. According to the network situation one **ONU** can be connected to a single subscriber, requiring a wider bandwidth or more

where $B_u$ denotes the total bandwidth of tributary channels and,

$B_s$ - the total bandwidth of bearer channel(s).

In terms of the telecommunication traffic

$$y_u = y_s \tag{4}$$

where $y_u$ denotes the total UNI traffic and

$y_s$ - the total traffic at SNI.

### 3.2 Concentration

At a concentration process the summarised configured bearer capacity is smaller than the total capacity of the network user channels, as is expressed by the following Relations:

$$B_u > B_s \tag{5}$$

$$B_u C_u = B_s \tag{6}$$

Value of the concentration coefficient $C_u$ depends on the expected traffic. Typical values of the coefficient $C_u$ for the telephone service are given in the following table:

Tab.1 - Concentration coefficient versus expected mean traffic/subscriber

| Expected traffic | | |
|---|---|---|
| y ≤ 0,1 erl [1]) | y = 0,2 erl [2]) | y = 0,3 erl [3]) |
| $C_u$ = 8 to 16 | $C_u$ = 4 | $C_u$ = 2 |

1) Residential subscribers
2) Business subscribers
3) Very active business subscribers

Similarly to Eq. (4) it can be written

$$y_u = y_s + x_a \tag{7}$$

where $x_a$ denotes losses resulting from the concentration in the access network.

The transmission capacity of the system is shared by subscribers according to their demand. The transmission is more economical than in the multiplexing method but organisation of the concentration is more complex from the service billing point of view because the intelligence of the system is located in place where the traffic is already concentrated.

### 3.3 Distributed Switching functionality

The basic idea of this method is in moving a part of the switching functionality from **LE** closer to subscribers. This removed part of the local exchange is called **RSM** (Remote Subscriber Module). The objective of this structural change of telecommunication network is again a shortening of individual subscriber lines. The method has some features similar to the concentration process.

The new quality change in functionality, in comparison to the concentration method, is the capability to switch calls between subscribers connected to a **RSM** inside this **RSM** and not performing this switching in the remote host **LE**.

Strictly said, the distributed switching is not a special solution of the access network but has on the design of the access network essential impact.

The distributed switching process can be described by the following equations

$$B_s = (C_u - C_l)B_u \tag{8}$$

$$y_u = y_s + y_{uu} + x_a \tag{9}$$

where $C_l$ denotes the concentration coefficient for the internal **RSM** traffic

$y_{uu}$ - the local traffic within the RSM.

Equations (3), (6), and (8) indicate how increasing of a complexity of a telecommunication equipment reduces necessary bandwidth of bearer channels. On the other side increasing of the equipment complexity is also accompanied by increasing of its cost. Therefore the main task of network designers is to select the most efficient solution. This task shall be analysed in the accompanying paper.

## 4. STANDARDISATION IN ACCESS NETWORK

Range of differences between parameters of interfaces in networks of different operators is proportional to the age of the provided service. The greatest differences are in the POTS interfaces that illustrate, e.g. Standard ETS 300 001 [1] collecting POTS interface specifications of many European countries. Much smaller differences are in **ISDN** area where **BA ISDN** and **PRA ISDN** interfaces are specified in **ITU-T** Recommendations [2, 3] and in **ETSI** Standards [4, 5].

Parameters of the **UNI** and **SNI** interfaces were closely linked by physical parameters of the subscriber links in classical copper subscriber networks. In modern access networks these two interfaces are separated by access systems and are practically independent. Access systems of the first generation,

impact on the network topology. A modern digital exchange serves much greater area than served a former analogue one. The greater area also results in longer subscriber lines that are more expensive and have worse transmission parameters. Both these features became engines for introducing a new technology into access network. New systems reduce the investment cost by multiple utilisation of transmission medium and offer simultaneously better transmission parameters.

Explanation of transmission systems for access network shall be presented here from three view points:

- Service aspect.
- Used communication techniques.
- Compatibility of network components.

## 2. SERVICE POINT OF VIEW

As was said in the introduction, the investments into access network including **LEs** are really enormous - approximately 50% of all network investments. This is a reason why all technological trends must be analysed very carefully to reach the best efficiency of investments from the long term view.

Temporary era of digital telecommunication services can be called the era of 64 kbps. This bit rate not only converts Plain Old Telephone Service **POTS** into the digital format but forms also the basic module from which all other services are derived. Transmission equipment for a modern access network is usually designed for one or more of the following bit rates:

- 64 kbps (**POTS**),
- 160 kbps (Basic Access **ISDN**),
- n x 64 kbps (for fast data transported usually on leased lines), and
- 2 Mbps (Primary Access **ISDN**).

An implementation of digital transmission systems provides to subscribers wider bandwidth with better noise quality because the Analogue/Digital (**A/D**) conversion has moved closer to subscribers.

New services for near future that are under theoretical studies and experimental projects are being prepared for broad band transmission of massive data blocks providing transport of, e.g. newspaper pages, medical data etc. Due to their different and flexible requirements on the transmission bandwidth the new transport methods will not be circuit based, but probably cell based, e.g. **ATM** (Asynchronous Transfer Mode) switching technology, to carry voice, video and data.

Future development step of access network will probably gradually integrate interactive services (e.g. existing telecommunication services) and distributive services (now represented, e.g. by CABLE **TV** (**CATV**)) what again increases economy and availability of investments into the telecommunication infrastructure.

## 3. COMMUNICATION TECHNIQUES USED IN ACCESS NETWORKS

Transmission systems that form the technological base of access networks offer better utilisation of transmission media and simultaneously move some functionality from **SNI** closer to **UNIs**. They are based, according to the principles of their function, on one of the following techniques:

- Multiplexing, or
- Concentration.

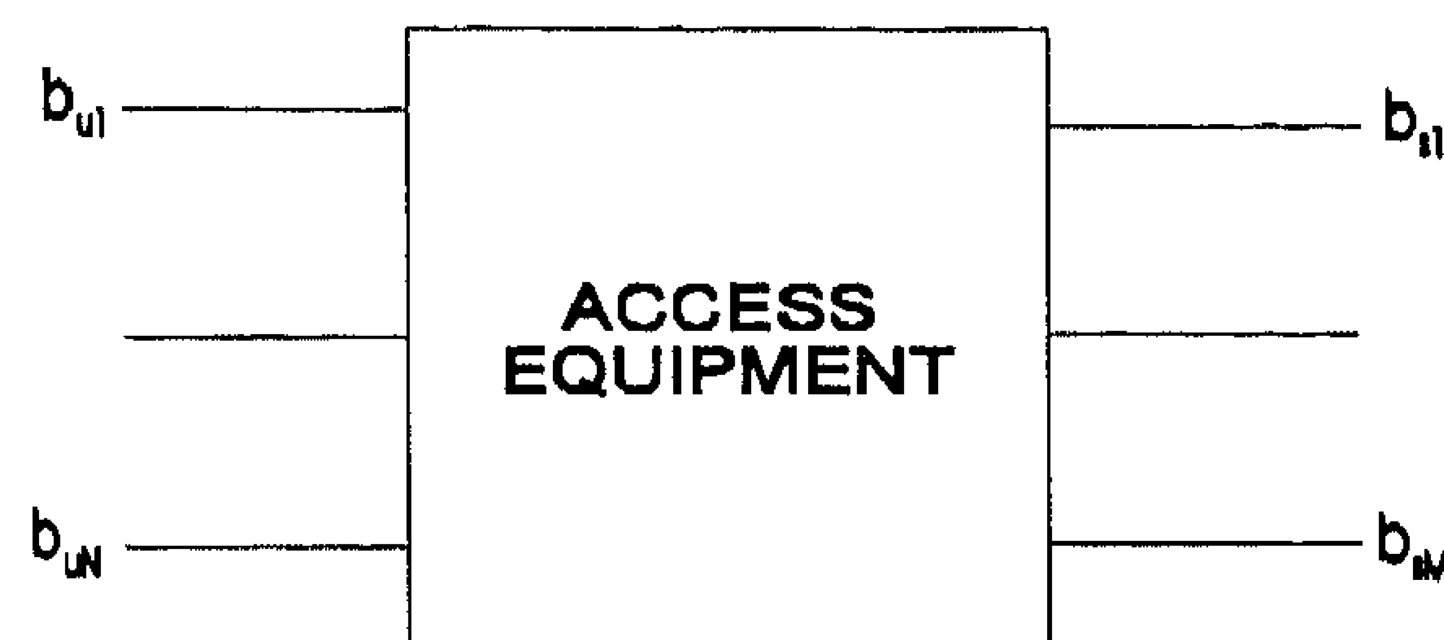



Fig.2- General block diagragm of an Access Equipment.

A general block diagram of an access system is depicted in Fig.2 where $b_{ui}$ denotes bandwidth of i =1,2,.....N network user channels and $b_{sj}$ denotes bandwidth of j = 1,2,....M bearer channels.

### 3.1 Multiplexing

Multiplexing is a process of assembling a number of tributary channels into one or more bearer channel(s) of higher transmission capacity where the sum of the configured subscriber bit rates is equal to the summarised configured capacity of the bearer channel(s).

This process is described by the following Equations:

$$B_u = \sum_{i-1}^{N} b_{ui} \qquad (1)$$

$$B_s = \sum_{j-1}^{M} b_{sj} \qquad (2)$$

$$B_u = B_s \qquad (3)$$

# MODERN ACCESS NETWORK

By
**Eng. Sabry Abd El-Fattah BADAWY. MSc, PGS**

## INTRODUCTION

Telecommunication networks play in modern society more and more important role. This phenomenon has two main reasons:

- More active human interactions accompanied by massive communication.
- Technical development in which the decisive role plays a computer support, requiring huge data exchange.

New tasks of telecommunication networks cannot be solved only by their extensive growth but mainly by changes in their principles. The growing amount of transported messages is not formed by growing amount of classical telephone calls but dominantly by a fast growth of new services requiring wider bandwidth. As a bottleneck of the telecommunication network has appeared its single subscriber lines are not capable to fulfil new requirements. Therefore the contemporary greatest changes in telecommunication network have occurred in this area that has upgraded into so called access network.

Some problems associated with building of access networks are described in the submitted two part serial of contributions.

The first part called Modern Access Network describes general problems of access network design. The second part called Optimisation of Access Network written more synthetically, gives answer, under some simplified conditions, to the question what technological solution is optimum for specific density of subscribers.

### Impact of Communication Technologies In Access Network

The importance of a modern telecommunication network for the economical and social development of each country is now widely recognised. Nevertheless telecommunications are very profitable industry. All investments must be considered very carefully to push the network development into the best direction. In the modern telecommunication network that provides many new services the subscriber part has passed an extensive development and has transformed in its new generation into Access Network.

## 1- DEFINITION OF ACCESS NETWORK

In classical telephone networks subscribers were connected to Local Exchanges (LEs) that interconnected their calls. In a description of modern telecommunication networks, that can provide many so far unprecedented services, increases also the measure of abstraction. Subscribers have transformed into network users and local exchanges and sources of other new services have abstracted into service providers, technically modelled by service nodes ( Sns ). Other instances of service nodes can be, e.g. networks of leased lines for corporate networks, centres where subscriber gets value added services, etc.

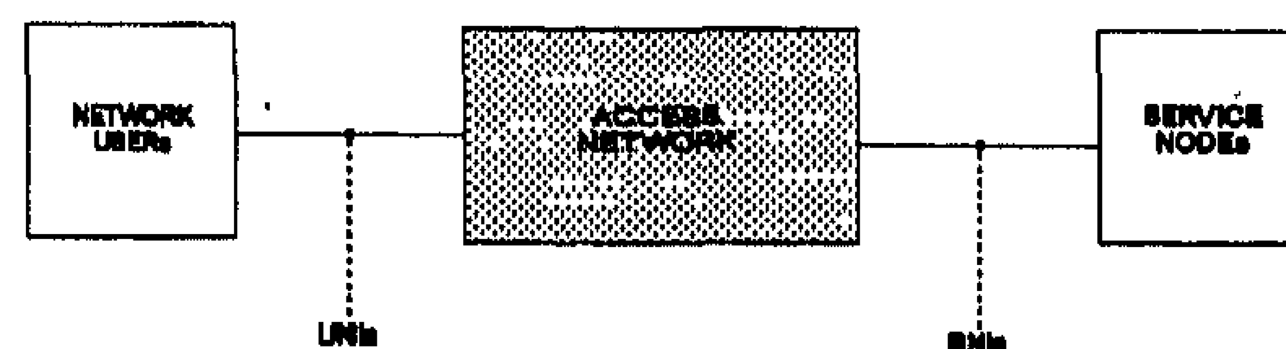



Fig. 1- General reference model for access networks.

### Definition:

Access Network is the network that interconnects network users with service nodes and is delimited by UNIs (User Network Interfaces) on one side and SNIs (Service Node Interfaces) on the other side.

In spite of breaching the exclusivity of telephone exchanges in providing singular network service, the great concentration of electronics in modern digital exchanges still determines many features of the network. One of the most visible features is their

* Of the Telecommunication Institute of the Czech Technical University, Prague.

Equation (28) represents the water temperature in the utensil as a function of time. From this equation, one could estimate easily the transient time taken by the water to reach the steady temperature (i.e. boiling temperature), so that the estimation of cooking time could be possible. This will help in selecting the different parameters for better design of the cooker so that the cooking time could be reduced and the cooker be used for further cooking. The equation for transient time (t) which is given by (1/a) or:

$$t = \frac{M_W C}{n_u A_u h_{uw}(1 - A_{41})}$$

depends on the configuration parameter of the utensil, number of utensils, heat capacity of water and different foods, and heat transfer coefficients.

For numerical calculation, the following parameters are taken as follows:

$n_u$ = 1, $A_u$ = 0.095 m², $A_P$ = 0.16 m² $A_g$ = 0.16 m²

$M_W$ = 2 lits, C = 4185 J/kg°C, $h_{gs}$ = 7.0 w/m² °C.

$h_{ps}$ = 7.0 W/m² °C, $h_{us}$ = 7.0 W/m² °C, $h_1$ = 18.0 W/m² °C.

$h_b$ = 0.76 W/m² °C, $\tau$ = 0.9

For the day October 5, 1992, the following meteorological data is taken for calculation,

$T_a$ = 25°C, $I_t$ = 1250 W/m²[5]

Upon substituting the above relevant parameters, the following results are obtained:

$\Delta = 736$ $A_{11} = 0.12$ $A_{21} = 0.85$ $A_{31} = 0.018$ $A_{41} = 1.15$

$A_{12} = 0.44$ $A_{22} = 0.45$ $A_{32} = 0.08$ $A_{42} = 0.05$

$A_{13} = +0.4$ $A_{23} = 0.40$ $A_{33} = 0.06$ $A_{43} = 0.01$

The final result gives,

$T_g$ = 55.75°C.
Ts = 155.25°C
Tp = 125°C
and t = 190 min

**Table** (1) shows a comparison between the numerical results and the experimentally observed in Ref. [4] for a typical day of October 5, 1992

Table 1 - Comparison between the numerical results of the analysis and the experimental results observed in Ref. [4].

| | $T_g$ | $T_s$ | $T_P$ | t |
|---|---|---|---|---|
| Numerical calculation | 55.75 | 155.25 | 125 | 190 |
| Experimentally observed[4] | 55.0 | 167.0 | 122 | 195 |

From the analytical results and the numerical calculations, the following conclusions have been drawn:

1. The transient time, i.e. the time required to reach the steady or stagnant temperature (cooking temperature) is mainly dependent upon the heat capacity of the water and food.
2. The greater the heat capacity of utensil content, the longer will be the transient time and hence the cooking period.
3. The transien time (t) obtained from the analytical results is slightly less as compared to the experimental results given in [4]. This suggests that less time is to be taken in cooking after the transient period.

*REFERENCES*


1. *G.O.G. Löf, "Recent Investigation in the Use of Solar Energy for Cooking," Solar Energy Vol. 7, No. 3, PP. 125-133 (1963).*
2. *H.P. Garg., "Transient Behaviour of the Box-Type Solar Cooker Based on Periodic Theory", Appl. Energy, Vol. 14 P. 233 (1983).*
3. *A.K. Saxena, T.C. Kandpal and S.C. Mallick, "Some Guidelines of the Thermal Evaluation of the Box Type Solar Cooker.", Proceeding of Int. Solar Energy Society Convention, Bhopal, India. (1983).*
4. *M.E. El-Swify, "Experimental Assessment of a Family Size Solar Box Cooker.", J. of the Inst. of Engs. (INDIA), Vol. 76, PP. 52-57 (1995).*
5. *N.H. Helwa and M.E. El-Swify., "Performance of Portable Family Size Solar Box Cooker.", J. of the Inst. of Engs (INDIA), Vol. 74, PP. 1-4 (1993).*

$$T_a = A_{41} T_W + A_{42} T_a + A_{43} I_t \quad (25)$$

where:

$$A_{11} = \frac{K_2 a_{12} a_{33} a_{24}}{\Delta}$$

$$A_{21} = \frac{-K_2 a_{11} a_{33} a_{24}}{\Delta}$$

$$A_{31} = \frac{K_2 a_{11} a_{32} a_{24}}{\Delta}$$

$$A_{41} = \frac{K_2}{\Delta} (a_{11} a_{22} a_{33} - a_{11} a_{32} a_{22} - a_{21} a_{12} a_{33})$$

$$A_{12} = \frac{h_1}{\Delta} (a_{22} a_{33} a_{44} - a_{32} a_{23} a_{44} - a_{42} a_{33} a_{24})$$

$$A_{22} = \frac{-h_1}{\Delta} a_{21} a_{33} a_{44}$$

$$A_{32} = \frac{h_1}{\Delta} a_{21} a_{32} a_{44}$$

$$A_{42} = \frac{h_1}{\Delta} a_{21} a_{42} a_{33}$$

$$A_{13} = \frac{Ag.\tau}{\Delta} \left[ a_{21} a_{23} a_{44} + \frac{a_{12} a_{33} a_{24}}{A_p} \right]$$

$$A_{23} = -\frac{Ag.\tau}{\Delta} \left[ a_{11} a_{23} a_{44} + \frac{a_{11} a_{33} a_{24}}{A_p} \right]$$

$$A_{33} = \frac{Ag.\tau}{\Delta} \left[ \frac{a_{11} a_{32} a_{24}}{A_p} + (a_{11} a_{12} a_{24} - a_{11} a_{42} a_{24} - a_{21} a_{12} a_{44}) \right]$$

$$A_{43} = \frac{Ag.\tau}{\Delta} \left[ a_{11} a_{42} a_{23} + \frac{(a_{11} a_{21} a_{33} - a_{11} a_{32} a_{23} - a_{21} a_{12} a_{33})}{A_p} \right]$$

From Eq. (25) in Eq. (5), the following relation is obtained,

$$\frac{dT_W}{d_t} + \frac{n_u A_u h_{uw} (1 - A_{41}) T_W}{M_W C} = \frac{n_u A_u h_{uw}}{M_W C} [A_{43} I_t + A_{42} T_a]$$

$$\frac{dT_W}{d_t} = \frac{n_u A_u h_{uw}}{M_W C} [(A_{43} I_t + A_{42} T_a) - T_W (1 - A_{41})]$$

$$\frac{dT_W}{d_t} + \frac{T_W (1 - A_{41}) n_u A_u h_{uw}}{M_W C} = \frac{n_u A_u h_{uw}}{M_W C} (A_{43} I_t + A_{42} T_a) \quad (26)$$

or, $\frac{dT_W}{d_t} + a T_W = f(t)$

where:

$$a = \frac{n_u A_u h_{uw} (1 - A_{41})}{M_W C}$$

and

$$f(t) = \frac{n_u A_u h_{uw}}{M_W C} (A_{43} I_t + A_{42} T_a)$$

The solution of Eq. (26) could be obtained by substituting the initial condition, i.e.

$$T_W (t = 0) = T_{W1}, \; f(t) = f(t = 0) \text{ at } t = 0 \quad (27)$$

Substituting (27) in Eq. (26), one obtains ($T_W$) as,

$$\therefore T_W = \frac{f(t)}{a} + \left[ T_{W1} \frac{f(t=0)}{a} \right] e^{-at} \quad (28)$$

where:

$$f(t=0) = \frac{n_u A_u h_{uw}}{M_W C} (A_{43} I_{t1} + A_{42} T_{a1})$$

where ($I_{t1}$) and ($T_{a1}$) being the values of solar radiation and ambient air temperature respectively at t = 0.

putting $t = \frac{1}{a}$ in Eq. (28), one gets

$$\therefore T_{WS} = \frac{f(t)}{a} + \frac{1}{e} \left[ T_{W1} - \frac{f(t=0)}{a} \right] \quad (29)$$

where : ($T_{WS}$) is the stagnant water temperature.
and (t) is the transient time or the time just beyond which the water in the utensil will attain a steady temperature.

## RESULTS AND DISCUSSION

Eqs. (22-25) are used for the temperature of the glass cover, stagnant air, cooker plate and utensil.

$$a_{11}T_g + a_{12}T_s + a_{13}T_p + a_{14}T_u = C_g \qquad (6)$$

$$a_{21}T_g + a_{22}T_s + a_{23}T_p + a_{24}T_u = C_s \qquad (7)$$

$$a_{31}T_g + a_{32}T_s + a_{33}T_p + a_{34}T_u = C_p \qquad (8)$$

$$a_{41}T_g + a_{42}T_s + a_{43}T_p + a_{44}T_u = C_u \qquad (9)$$

where:

$$\left.\begin{array}{l} a_{11} = h_{gs} + h_1 \\ a_{21} = -A_g\, h_{gs} \\ a_{31} = 0 \\ a_{41} = 0 \end{array}\right\} \qquad (10)$$

$$\left.\begin{array}{l} a_{12} = -h_{gs} \\ a_{22} = A_g\, h_{gs} + (A_p - n_u A_u)\, h_{ps} + n_u\, h_{ps}\, A_u \\ a_{32} = -(A_p - n_u A_u)\, h_{ps} \\ a_{42} = -h_{us} \end{array}\right\} \qquad (11)$$

$$\left.\begin{array}{l} a_{13} = 0 \\ a_{23} = -(A_p - n_u A_u)\, h_{ps} \\ a_{33} = (A_p - n_u A_u)(h_b + h_{ps}) \\ a_{43} = 0 \end{array}\right\} \qquad (12)$$

$$\left.\begin{array}{l} a_{14} = 0 \\ a_{24} = -n_u A_u\, h_{ps} \\ a_{34} = 0 \\ a_{44} = -(h_{uw} + h_{ps}) \end{array}\right\} \qquad (13)$$

$$\left.\begin{array}{l} C_g = h_1\, T_a \\ C_s = 0 \\ C_p = A_g\, \tau\, (I_t) \\ C_u = \dfrac{A_g}{A_p}\, (I_t) + h_{uw}\, T_w \end{array}\right\} \qquad (14)$$

Eqs. (6-9) are solved by using the rules of determinant in the form,

$$T_j = \frac{\Delta j}{\Delta} \qquad (15)$$

where $(\Delta)$ is the determinant of the coefficients of Eqs. (6-9)

$$\therefore \Delta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & 0 & 0 \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ 0 & a_{32} & a_{33} & 0 \\ 0 & a_{42} & 0 & a_{44} \end{vmatrix}$$

$$\therefore \Delta = a_{11}\, a_{22}\, a_{33}\, a_{44} - a_{11}\, a_{32}\, a_{23}\, a_{44} - a_{11}\, a_{42}\, a_{33}\, a_{24} - a_{21}\, a_{12}\, a_{33}\, a_{44} \qquad (16)$$

and $(\Delta_j)$ is the determinant obtained by replacing the coefficients of $T_j$ by C's in the equations.

From Eq. (15)

$$\therefore T_g = \frac{\Delta g}{\Delta},\ T_s = \frac{\Delta_s}{\Delta},\ T_p = \frac{\Delta_p}{\Delta} \text{ and } T_u = \frac{\Delta u}{\Delta} \qquad (17)$$

where:

$$\therefore \Delta_g = \begin{vmatrix} C_g & a_{12} & 0 & 0 \\ 0 & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ C_p & a_{32} & a_{33} & 0 \\ C_u & a_{42} & 0 & a_{44} \end{vmatrix} \qquad (18)$$

$$\therefore \Delta_s = \begin{vmatrix} a_{11} & C_g & 0 & 0 \\ a_{21} & 0 & a_{23} & a_{24} \\ 0 & C_p & a_{33} & 0 \\ 0 & C_u & 0 & a_{44} \end{vmatrix} \qquad (19)$$

$$\therefore \Delta_p = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & C_g & 0 \\ a_{21} & a_{22} & 0 & a_{24} \\ 0 & a_{32} & C_p & 0 \\ 0 & a_{33} & C_u & a_{44} \end{vmatrix} \qquad (20)$$

$$\therefore \Delta_u = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & 0 & C_g \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & 0 \\ 0 & a_{32} & a_{33} & C_p \\ 0 & a_{42} & 0 & C_u \end{vmatrix} \qquad (21)$$

From Eqs. (17-21), the following equations are obtained:

$$T_g = A_{11}\, T_w + A_{12}\, T_a + A_{13} I_t \qquad (22)$$

$$T_s = A_{21}\, T_w + A_{22}\, T_a + A_{23}\, I_t \qquad (23)$$

$$T_p = A_{31}\, T_w + A_{32}\, T_a + A_{33}\, I_t \qquad (24)$$

In this model equations describing the temperature of cooker different components are given as a function of time in terms of meteorological parameters and different heat transfer coefficients. Numerical computations have been done using the meteorological data of October 5, 1992. The results obtained have been found well in agreement with the experimental results of El-Swify[4].

## DESIGN CONSIDERATION

The box type solar cooker considered in this study is of outer dimensions 0.50 x 0.50 x 0.25 m, the inner box dimensions are 0.4 x 0.4 x 0.2 m; the dimensions of the cooker G.I. plate (painted black) are 0.4 x 0.4 m. To reduce the heat losses from the cooker, 0.05 m thick insulation is provided for all sides except the upper one which is made of double glazing to reduce the upper heat losses. The double glass cover has dimensions of 0.4 x 0.4 m spaced 0.025 m apart. The cooker utensil is of aluminum alloy and painted black; it has a diameter of 0.20 m and hight of 0.1 m. In order to enhance the solar radiation on the cooker, a reflector assembly of three planner parts has been provided at the cooker head as shown in ***Fig. (1)***. The dimensions of the middle part (square) is 0.5 x 0.5 m, while for the two other parts (triangle shape) is 0.5 x 0.5 m. The reflector assembly is made of plywood and covered with a highly reflecting material. The reflector can be adjusted with the help of a flexible adjusting lever to the required tilt angle.

## THEORETICAL ANALYSIS

An energy balance is made on each component of the cooker such as, the glass cover, cooker plate, stagnant air between the cooker plate and the glass cover, utensil and water inside the utensil. Some assumption are taken into consideration such as:

1. Neglecting the heat capacities of the cooker components such as, cooker plate, glass cover, inside air.
2. Solar radiation falling upon the cooker is uniformally distributed.
3. Neglecting the heat observed between the double glazing.

**Glass cover:**

$$H_{gs}(T_s-T_g) = H_{ga} + H_{rga}(T_g-T_a) \qquad (1)$$

**Stagnant air:**

$$A_g h_{gs}(T_s-T_g) = n_u A_u h_{us}(T_u-T_a) + (A_p-n_u A_u) h_{ps}(T_p-T_s) \qquad (2)$$

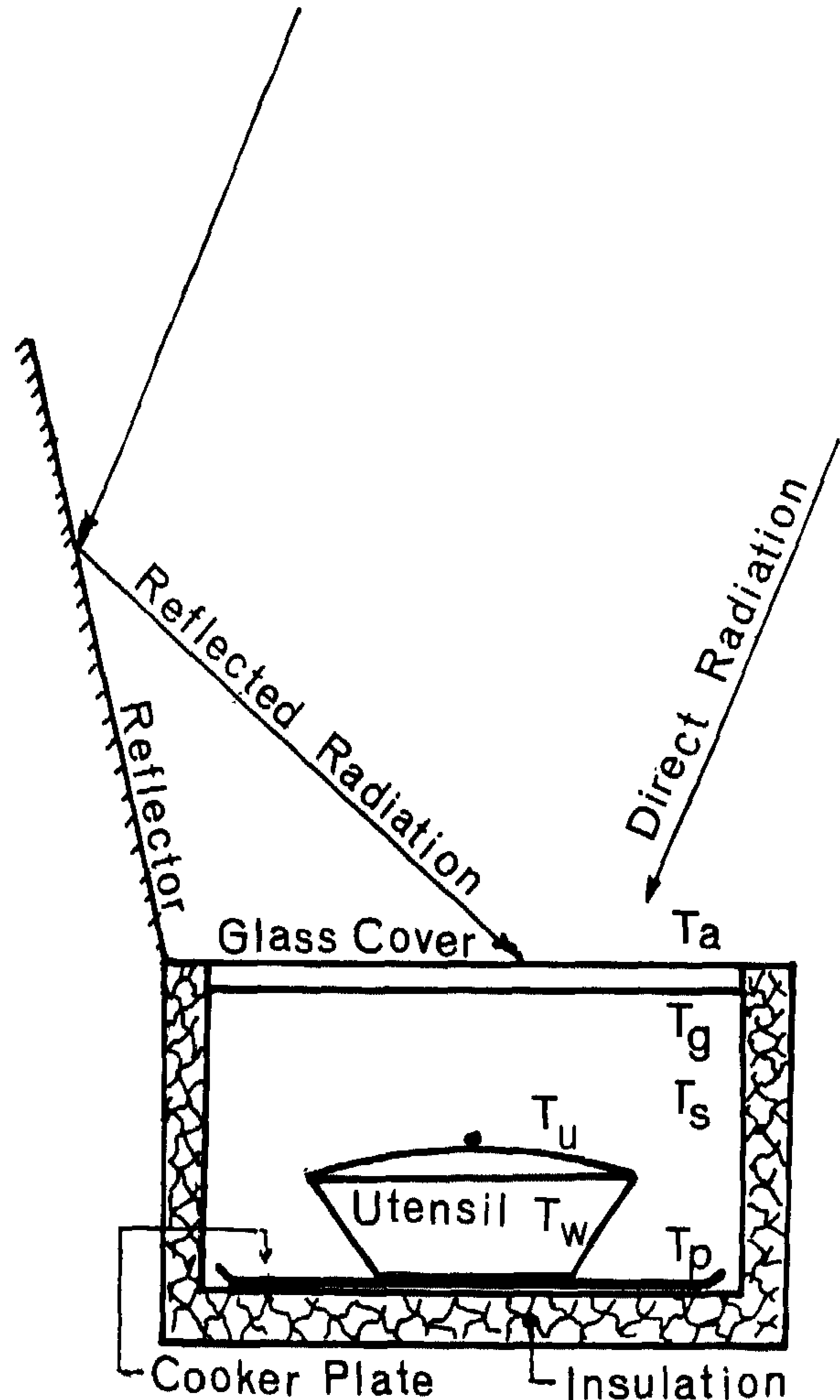



**Fig. 1- Schematic diagram of the solar box cooker**

**Cooker plate:**

$$A_g \tau (I_t) = (A_p-n_u A_u) [h_{ps}(T_p-T_s) + h_b(T_p-T_a) \qquad (3)$$

where, $h_b = \frac{L}{K_1} + \frac{I}{h_1}$

**Utensil:**

$$\frac{A_g}{A_p} \tau (I_t) = h_{uw}(T_u-T_w) + h_{us}(T_u-T_s) \qquad (4)$$

**Utensil water:**

$$n_u A_u h_{uw}(T_u-T_w) = M_w C \frac{dT_w}{dt} \qquad (5)$$

The Eqs. (1-4) simplify to,

# MODELLING OF THE SOLAR BOX COOKER UNDER LOAD CONDITION BASED ON A TRANSIENT ANALYTICAL CONCEPT

By
M.E. El-Swify and W.H. Tadros

## ABSTRACT

In order to predict the thermal behaviour of the loaded solar box cooker, a general mathematical model based on a simple transient analytical concept has been presented. Equations for the temperature of stagnant air between the cooker plate and the glass cover; cooker plate, glass cover, water in the utensil and the utensil itself have been presented. Numerical calculations have been made and compared with experimentally observed values. The result obtained have been found well in agreement with the experimental results.

## NOMENCLATURE

$A_g$ Glass cover surface area, $m^2$
$A_p$ Cooker plate surface area, $m^2$
$A_u$ Utensil surface area, $m^2$
$C$ Specific heat of water J/kg°C
$h_b$ Convective heat transfer coefficient from cooker plate to surrounding, $w/m^2$°C
$h_{ga}$ Convective heat transfer coefficient from glass cover to surrounding $w/m^2$°C.
$h_{gs}$ Convective heat transfer coefficient between stagnant air and glass cover, $w/m^2$°C.
$h_{ps}$ Convective heat transfer coefficient between cooker plate and stagnant air, $w/m^2$°C.
$h_{rga}$ Radiative heat transfer coefficient from glass cover to surrounding $w/m^2$°C.
$h_{us}$ Convective heat transfer coefficient between utensil and stagnant air, $w/m^2$°C.
$h_{uw}$ Convective heat transfer coefficient between utensil and its water content, $w/m^2$°C.
$I_t$ Total solar radiation input to the glass cover $w/m^2$
$K_i$ Thermal conductivity of the insulation, w/m°C.
$L$ Insulation thickness, m
$n_u$ Number of utensils
$T_a$ Ambient temperature, °C
$T_g$ Glass temperature, °C
$T_p$ Plate temperature, °C
$T_s$ Stagnant temperature, °C
$T_u$ Utensil temperature, °C
$T_w$ Utensil water temperature, °C

## INTRODUCTION

In dealing with the principle of cooking, Löf[1] has stated that for boiling type of cooking, the food must first be raised to cooking temperature; it must then be maintained at this temperature for a period sufficient for effecting change required. The quantities of heat necessary for physical and chemical changes involved in cooking are small in comparison to the heat required for increasing the food temperature (sensible heating). Most foods contain a high portion of water, and heating them to cooking temperature requires nearly 1.0 Cal/kg°C. The higher the heat input rate to the food and utensils, the faster will the food be heated to cooking temperature. It is therefore generally true that differences in the time required for cooking equal quantities of food having various heat supply capacities are due mainly to the different durations of the sensible heating periods. These sensible heating periods, i.e. the transient time required to attain the cooking temperature is tried to be estimated by different investigators. Garg *et al.*[2] found that the results obtained by steady state analysis are much higher than the experimentally observed values. During their study, the transient aspect was not considered in addition to that, their model gives the thermal performance only on the unloaded box solar cooker, i.e. having no cooking utensils loaded with food. Therefore, their model is not applicable to predict the thermal performance of the loaded box solar cooker which is the most practical case. Also, Saxena *et al.*[3] have given some guidelines for thermal evaluation of the box-type solar cooker. This model takes into consideration the heat balance only upon the water content in the utensil. So, it is not sufficient to get an exact performance of the system.

In this study, a general mathematical model based on a simple transient analytical concept for the different components of solar box cooker under loading and unloadirg conditions has been presented.

*REFERENCES*

***Arabic References :***

- *Ali Ahmed Abdel Salam, " The Geomorphology of Depression in the Qatari Peninsula", Doha, 1990.*

- *Bahiri, Salah, Farra, Madiof, "Aspects of Qatar Geography", Faculty of Arts, Cairo University, Cairo, 1970.*

- *Al- Jabir , Mohammed Hassan , "Human Geography of Qatar", Unpublished Master's Thesis, Faculty of Arts, Cairo university, 1970.*

- *Yahia , Mohammed Aadel Ahmed, "Landsat Aerial Photos Atlas of the State of Qatar, " Center for Scientific and Applied Research, University of Qatar, Qatar Modern Printing Press, 1983.*

- *Sankri, Mohmmed Nazir , Desertification Combat and Plantation of the Desert in the Arabian Peninsula with Concentration on the GCC States , Symposium for Desertification and Land Repair in the GCC States, Vol. 2, Arabian Gulf University, Bahrain, 1993.*

- *Al-Zagat, "Green Belts for Desertification Combat and Land Repair and for a Better Environment in the Arabian Peninsula," Vol.. 3, Bahrain University, Bahrain, November 1993.*

- *Embabi, Nabil Ashor, Mahmoud, "Sand Dunes in the Peninsula of Qatar", Part 1, Documents and Human Studies Center, University of Qatar, Doha, Qatar, 1983.*

- *Embabi, Nabil , Ashor , Mahmoud , "Sand Dunes in the Peninsula of Qatar", Part 2, Documents and Human Studies Center of Qatar, Doha, Qatar, 1985.*

- *Abu-al-Khair, Yahia Mohammed Al-Sheikh , Sand Movement in Al-Ahsa Region , Bulletin No. 64 Issued by Geography Department, Kuwait University and the Geographical Society, 1984,p.31.*

***Foreign References :***

- *Al-Sheeb, Ali, "Coastal Geomorphology of Peninsula of Qatar," Unpublished Thesis, 1988.*

- *Cavelier, C., "Geological Description of the Qatar Peninsula," Department of Petroleum Affairs, Government of Qatar, Bureau de Recherches Geologiques et Minieres, Paris, 1970, p.39.*

- *Hunting Surveys LTD, "Technical Report on Sand Movement Study of Umm Said 1963-1977", Ministry of public Works, Doha, Qatar, 1977.*

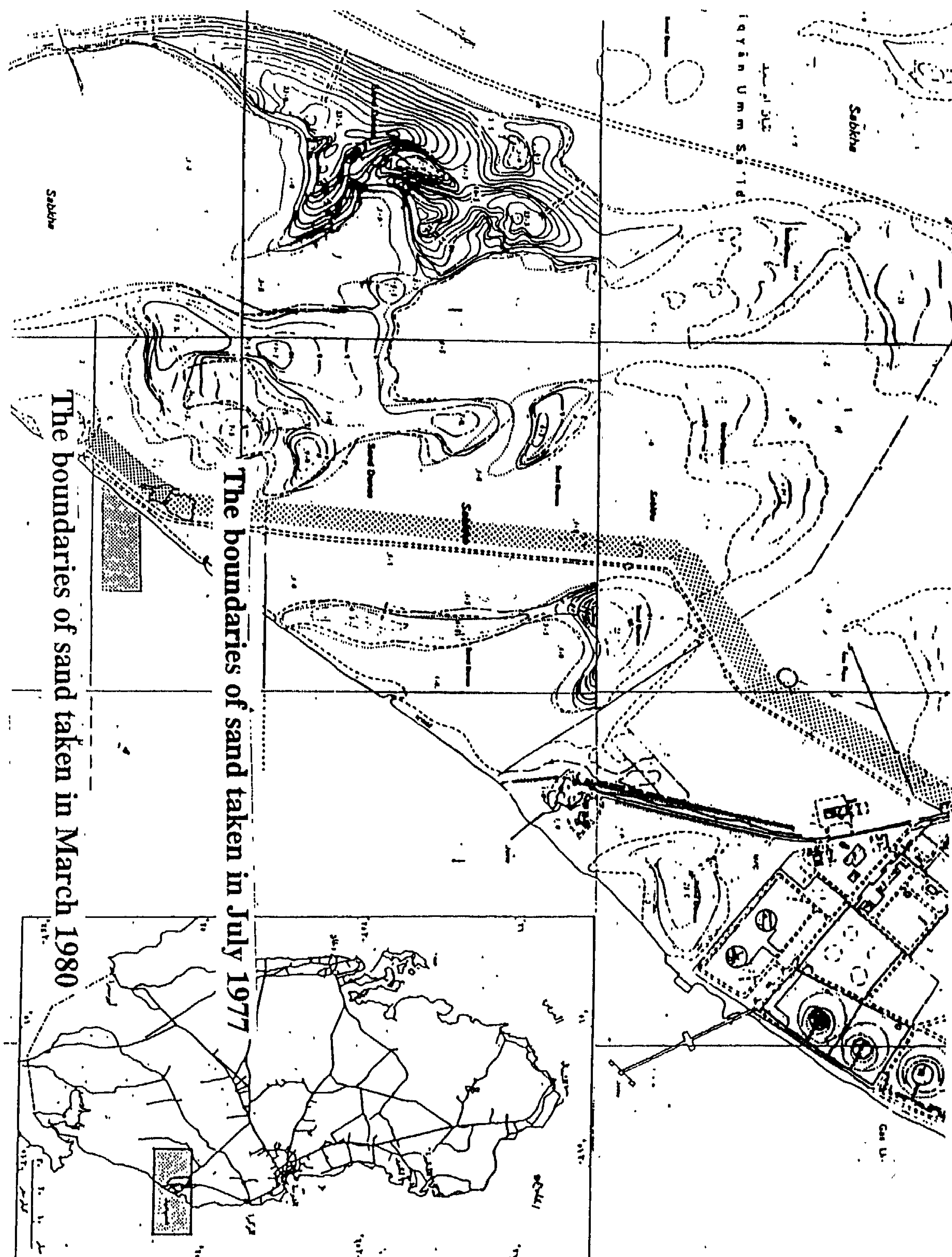



Fig. 9- The proposed green belt around the area of the study

into consideration the following points :

1- The height of wind brakes and trees is an important issue for the wind breaking. Whenever the wind brake is high over the surface of the earth, the protected area increases and the speed of the wind is affected .

2- The intensity of the wind brakes which are made in one or more lines of trees that are durable to the wind and which constitute a high plantation dam which is not diffusable by the wind .

3- The extension of the wind brakes and the distances between them , i.e. , they should be vertical in the direction and source of the wind . They may be in one or more directions . The distances between wind brakes depend on the height of the wind brakes and the intensity and speed of the wind .

4- Types of trees: It is preferred that one type of trees or bushes is used. The types used locally in the three projects of the state , and have proven efficiency and effectiveness in protection, have been previously mentioned.

5- The main features of the tree ( Al-Zagat , 1983) are :

* Its growth should be quick and organized .
* The leaves should be thick , and the tree soft and able to bend easily in order to absorb the strength of the wind .
* The tree should be able to grow in the sand , especially where the sand is salty or acidic .
* The tree should be capable of growing deep roots resistant to the wind .
* The tree should always be green for most seasons of the year.
* The tree must endure the circumstances of a hard and dry environment, that consume very little water.
* The tree should be economical , and able to produce timber , fruits , seeds , and animal food .

## CONCLUSION

The movement of sand dunes in the state of Qatar , especially the crescent ones, is a characteristic in the Qatari mainland. It occurs in the eastern and south eastern sectors . Many factors contribute in the movement of sand dunes, such as the plain surface and the current northern and north western winds .

The analysis of topographic maps, aerial photographs and satellite photos reveal the quantity and ratio of the movement of sand dunes , where the ratio of the relative movement of large dunes amounts to 7.5 meter/year and the small dunes 40 meter / year during the period 1963-1980 under the influence of current local winds .

The combat of the movement of sand dunes depends greatly on the previous attempts experienced in GCC states in the projects which have already been implemented and have concluded good results . Locally, afforestation aimed at vital projects in the state , the last of which was Al-Mashabia where the sand has been used for the growing of animal foods and palm trees.

The relation of the movement of sand dunes with Sileen tourist project proves that the project will suffer in the future . The traffic of sand dunes movement has not been taken into consideration before the establishment of the project . There is an expected annual deviation of 156 degrees from the north . This deviation is parallel to the movement of sand dunes , i.e., the movement of sand dunes will have the same direction of Sileen tourist project .

The research ends with some resolutions proposed for the stabilization of sand dunes in the area of study , and they include establishment and design of wind brakes and green belts, and consideration of the heights, density , and the types used in stabilization .

## RECOMMENDATIONS

This study recommends that special measures should be taken to combat desertification through the proposal of an overall plan to be implemented in the State of Qatar and the other GCC states . The main items of this plan are :

1- Stopping of sand movement and soil erosion .

2- Cooperation on the national, regional , Arab , and international level to combat desertification and to stabilize sands .

3- Utilization of the latest techniques , such as remote sensing and geographical information systems (GIS), to study the phenomenon of desertification , stabilization of sands , and afforesation.

4- Convention of symposia and conferences , and exchange of information on desertification .

5- Introduction of environmental awareness for individuals , and enlightening them in the fields of combating desertification and utilization of afforestation to stop sand movement.

6- Issuance of scientific news bulletins in the fields of combating desertification and plantation of deserts .

7- Issuance of an atlas for the states in the area pinpointing deteriorating and perishable environments .

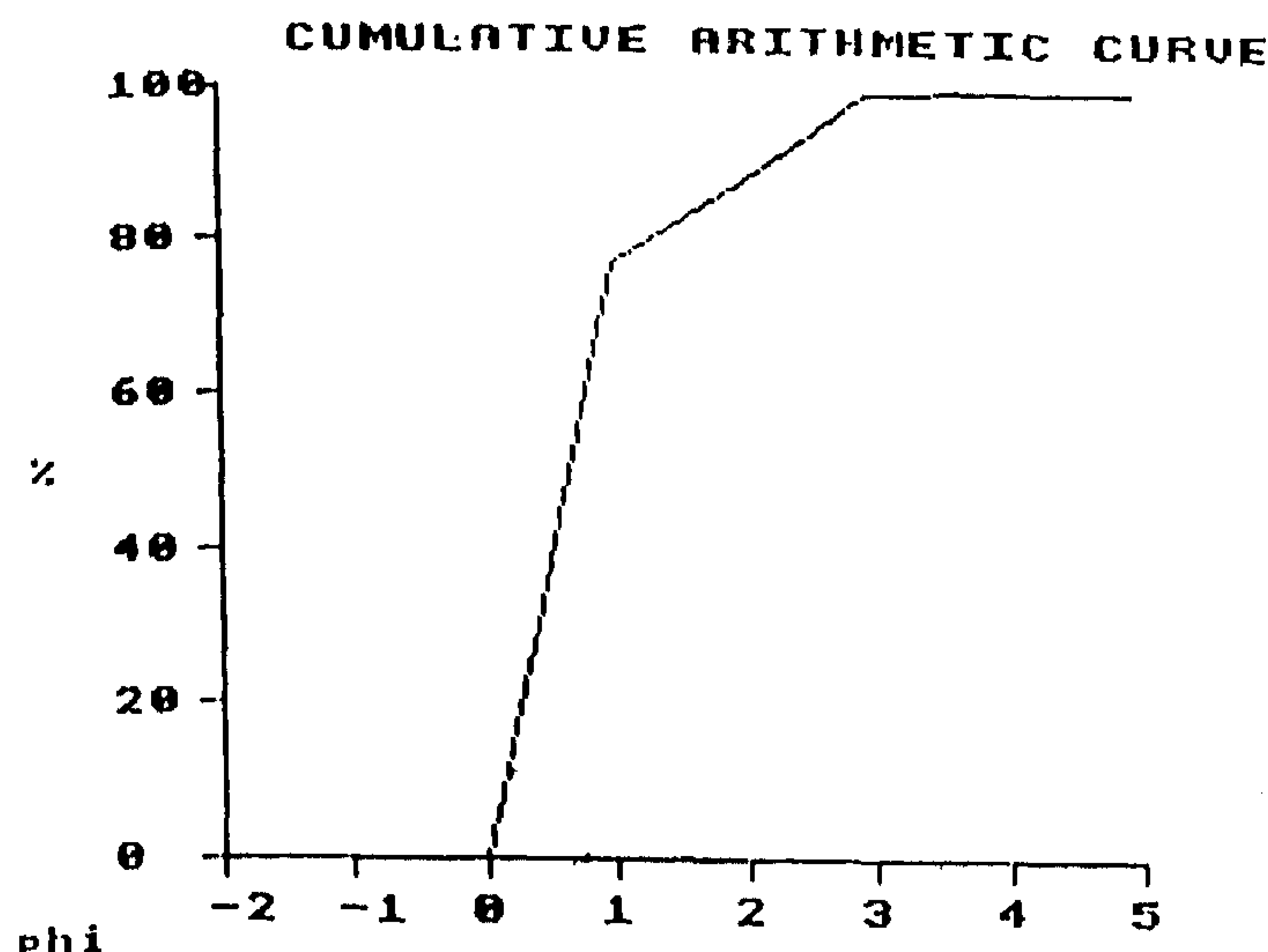



Fig. 7- Cumulative percentage particle size of sand dunes sediments from Umm Said (study area)

The question raised here is that :

Do moving sand dunes threaten the populated area in the location of study ? What are the future expectation for this movement ?

Generally speaking, the construction phenomena in the southern part of the State of Qatar is less than that existing in the eastern or northern parts. Yet, the construction phenomena which are threatened by sand dunes , as Embabi (1985) has recorded them , are represented in the following :

1- Al-Wakra- Al-Khararah road .

2- The Industrial Area of Umm Said .

This research adds a new area , i.e. Sealine Tourist Resort, which lies in the face of current winds and the sands transferred from the nearby sand dunes. Currently, we find that Umm Siad Industrial Area is far from the influence of the sand dunes, except for some side effects in, for example, the air conditioners which are affected by the entry of sand granules. Embabi's study (1985) suggests that the expected movement of the annual quantity of sands deviates 156 degrees from the north . This deviation corresponds greatly with the general direction of the dunes movement in the eastern sector (154 degrees). The indication is that the movement of the dunes will take the same direction in the same time,which is the direction of south, south eastern i.e., away from the industrial establishments in Umm Said. On the other side, the sand dunes will blow easily over the Tourist Resort of Sealine. In this respect, the management of the project takes the measures of removing sands by machines from time to time from the road leading to the project in order to prevent traffic jam or to clean the main entrance (Fig. 8). Future plans are directed towards this area through the establishment of a similar project in Khor-al-Odaid which faces the same problems. Cerain important matters should be taken into consideration when establishing this project which is expected to levy good revenue for the State. These include :

1- The selection of a location that is far from the traffic of sand dunes movement .

2- The selection of a location at a far distance where sand dunes are not expected to arrive in a short period of time .

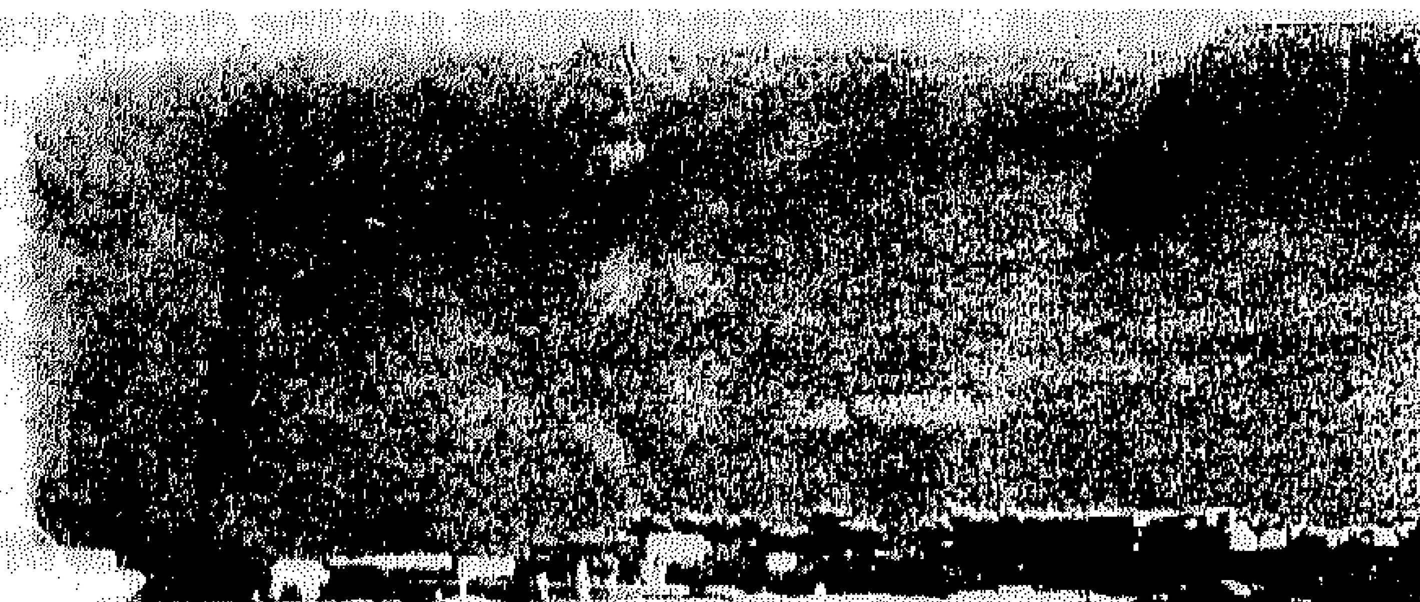


Fig. 8A- The main entrance of Sealine Resort

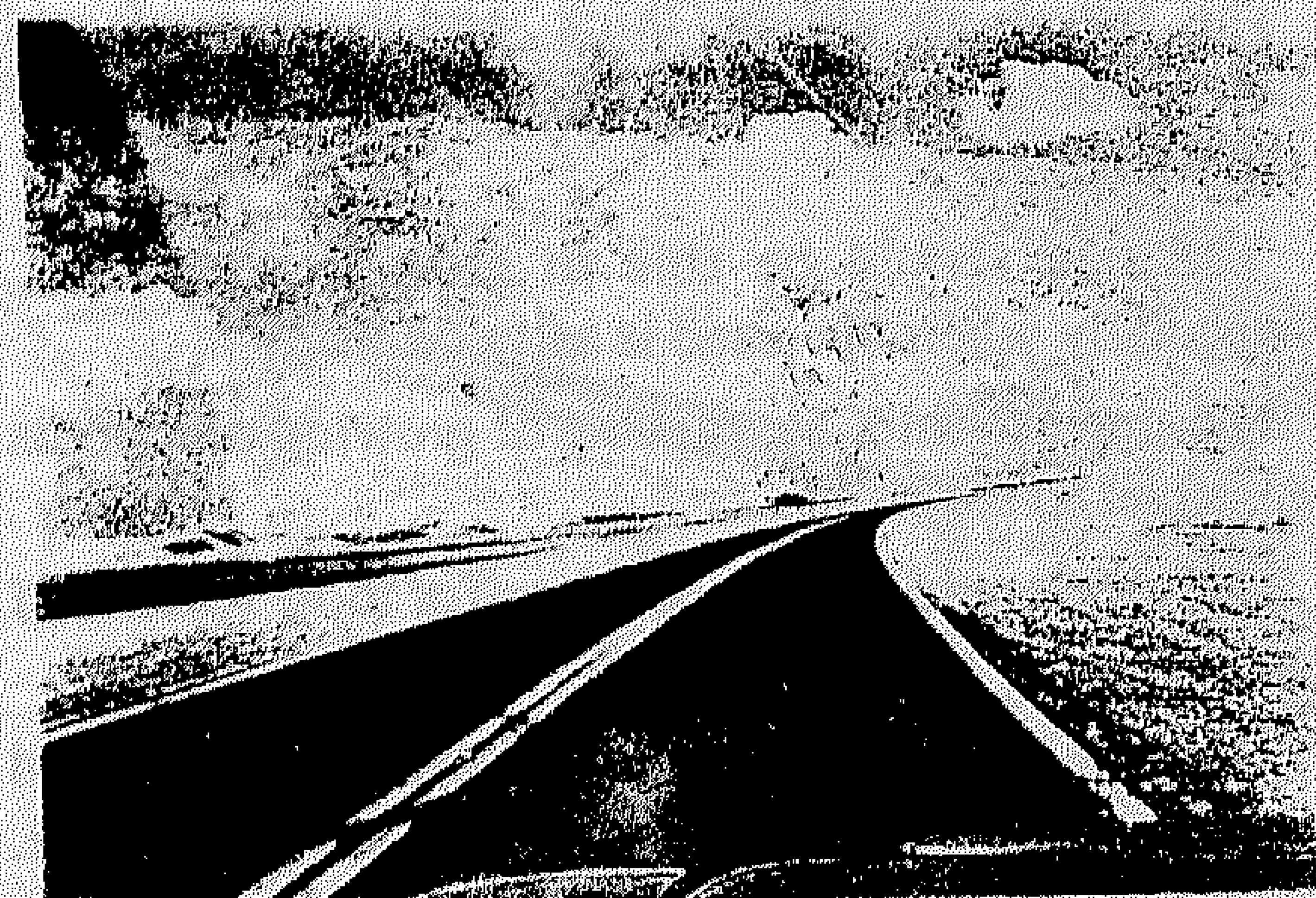


Fig. 8B- The road leading to Sealine Resort

## PROPOSED SOLUTIONS FOR STABILIZATION OF SAND MOVEMENT IN THE AREA OF STUDY

In order to protect Sealine Tourist Resort from the moving sands some appropriate solutions are proposed including the establishment of green belts parallel to the roads leading to the projects ( Fig. 9) , and around the project itself. Green belts are considered as the best means for preventive afforestation in desert and dry regions , since they break the speed of strong winds , improve local weather, and stabilize sands and moving sand dunes. Yet, before establishing wind brakes and belts it is important to lay out the design which takes

spring rains and the waters of the surface layer. Reports of this project indicate that Tamarix spp. (ithil) trees represent 90% of the trees used in stabilizing sand dunes. The other types of trees include Casurina Acacia, etc. (Abu-al-Khair, 1984).

Other projects in Saudi Arabia include wind protectors of Al-Oyoun City, sand stabilization of Al-Aqir-Al-Oyoun road, sand stabilization of Abqaiq-Dhahran road and sand stabilization of Al- Hufuf-Salwa road.

In UAE, the important sand stabilization and anti-desertification projects are located in Abu Dhabi. They include :

1- Sand stabilization project with Prosopise Specigeva (al-gaff)trees around Al-Ain new airport.

2- Sand stabilization and beautification project with prosopise Specigeva (al-gaff) and A. Tortilis (al-samr) trees of Abu Dhabi - Al-Ain road.

3- Sand stabilization and beautification project of Dubai - Al-Ain And Dubai - Abu Dhabi roads.

4- sand stabilization project with prosopise Specigeva (al-gaff) trees of Al-Wajan.

In Oman, the sand dunes projects are still limited, and the most important of the available ones is Al-Kamil- Al-Wafi project which is located in Al-Wahiba sands, and it has been afforested with Prosopise Specigeva (al-gaff), Maerua Crassifalia (al-sarah), and Salvadora Persica (al-arak) trees (Sankary, 1983).

Locally, the Ministry of Municipality and Agricultural Affairs planted Shawii (al-awsaj), Ziziphus Nummalaria (al-sidr), A.Tortilis (al-samr), Tamarix spp. (al-ithil), and al-ramath in three projects which aim at full utilization of lands and minimization of sand dunes movement. These projects are :

1- Establishment of sheep farm in Abu Samra in the southern part of the State.

2- Establishment of Al-Ariq Wadi in the southern part of the State.

3- Establishment of the palm trees projects named Al-Mashabia in the southern part of the State.

All these projects are successful. Here the sands are planted with animal food stocks, vegetable and palm trees, a way which is considered as a kind of stabilizing the sand.

In order to combat desertification through the stabilization of sand dunes, very important preliminary studies should be undertaken :

1- Land - forms study (geomorphology) by the studying of sand sources and their problems through the usage of modern technology, I, e, aerial and satellite photos in order to determine the tracks and lanes of sand dunes.

2- The study of sand dunes environment, such as the changes in the sand dunes, and the recognition of the plants which can be utilized in the stabilization process.

3- The chemo-physical study of the sands in order to determine the size and diameter specifications of the sand dunes. Particle size analysis of the sand dunes indicates that the grain size ranges between fine and medium fine sand reflecting the narrow range of grain size -(Fig 6). The sand is moderately sorted (S=0.74) and the sediments show positive skew (sk= +0.20) - (Fig 7). This distribution of sand may be due to wind sorting.

4- The study of the water sources which can be utilized in additional irrigation, and the best means of forwarding them to the locations of stabilization.

5- Establishment of wind brakes in the appropriate places in order to determine the scope of sedimentation and the relation to the growth of plants fixed in the sands.

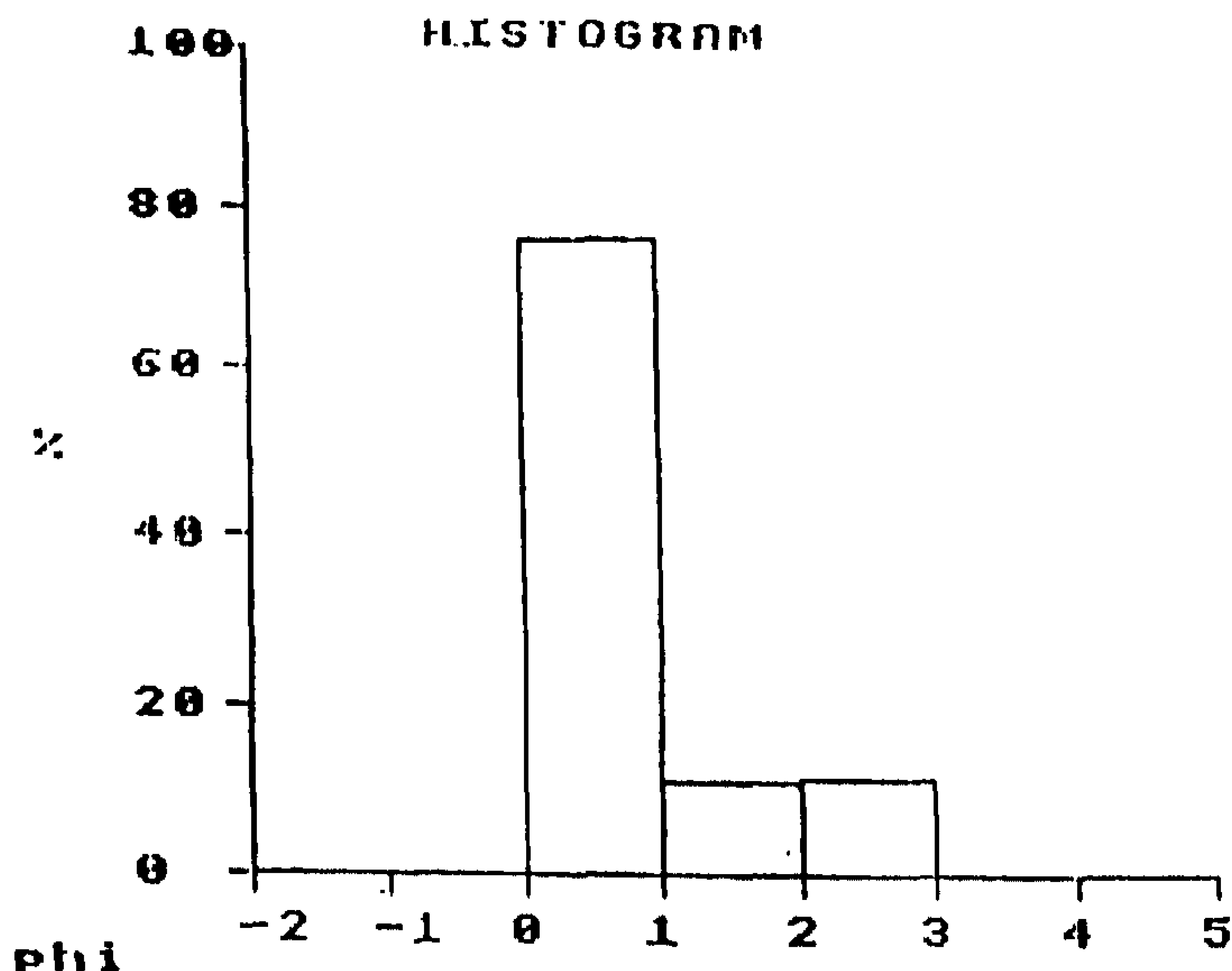



Fig. 6- Particle size histogram of sand dunes sediments from Umm Said (study area)

**Relation of Dunes Movement in the Tourist Area (Sealine Resort)**

The movement of sand dunes in the direction of populated areas is one of the problems facing the construction activities in the locations of moving sands.

Fig. 4- A landsat image revealing the direction of the current winds responsible for future sedimentation in the area of the study.

North
West
5.7
East
South

The figure inside the circle represents the percentage of the case of calm winds
The lenght of this part represents 10 %

22 - 27 knots
17 - 21 knots
11 - 16 knots
7 - 10 knots
4 - 6 knots
1 - 3 knots

Fig. 5 Annual wind rose

higher than those required by dry sands (Embabi 1985). Rains influence the movement of sand dunes through precipitation in the surface layer .

### 3- Local Topography

The Topography in the area of study are characterized as very simple reliefs . This influences the free movement of sand dunes in the area of study , since the existence of any obstacle may stop or minimize its movement .

## COMBAT OF SAND DUNES MOVEMENTS

### Previous Studies

The means of combating sand dunes vary greatly . They include treatment with asphalt , use of bulldozers, green belts, and afforesation. Our analysis will concentrate on green belts and afforestation since they are the best proven means of combating sand dunes in the nearby countries. Green belts assist in stabilizing moving sands and moving sand dunes. They come within the integrated and economic afforestation means. This is completed through the full afforestation of the moving sands areas or through wide or narrow strips of the affected areas or harmed areas . It is vitally important to study a large number of the trees , that are in harmony with each other , and that are best resistant to dryness in order to select the best of them , and to make use of the local heritable sources , There is highly developed technology for these purposes in most Arab countries especially in the Arabian countries . The following are examples of some green belts in the area :

In Kuwait, the farmers were able to stop the movement of sands by planting the trees of al-arfaj, or by using these trees as fences with Tamarix spp . (al-tarfa or al-ithil) trees .

In Al-Ahsa , the eastern region of Saudi Arabia , it has been proven that the trees are the best means of stabilizing moving sand dunes. This is due to the availability of water in the surface layer , to the durability of trees , e.g. Tamarix spp. (al-ithil) trees . to the dryness of soil and atmosphere and their ability to extend their roots in the soil , and to condense sand granules. Researchers in Al-Ahsa Sand Combating Project recognized the ability of some trees for growing without irrigation , but depending only on winter and



An aerial vertival view of transverse dunes in Al-Khofos sabkha area

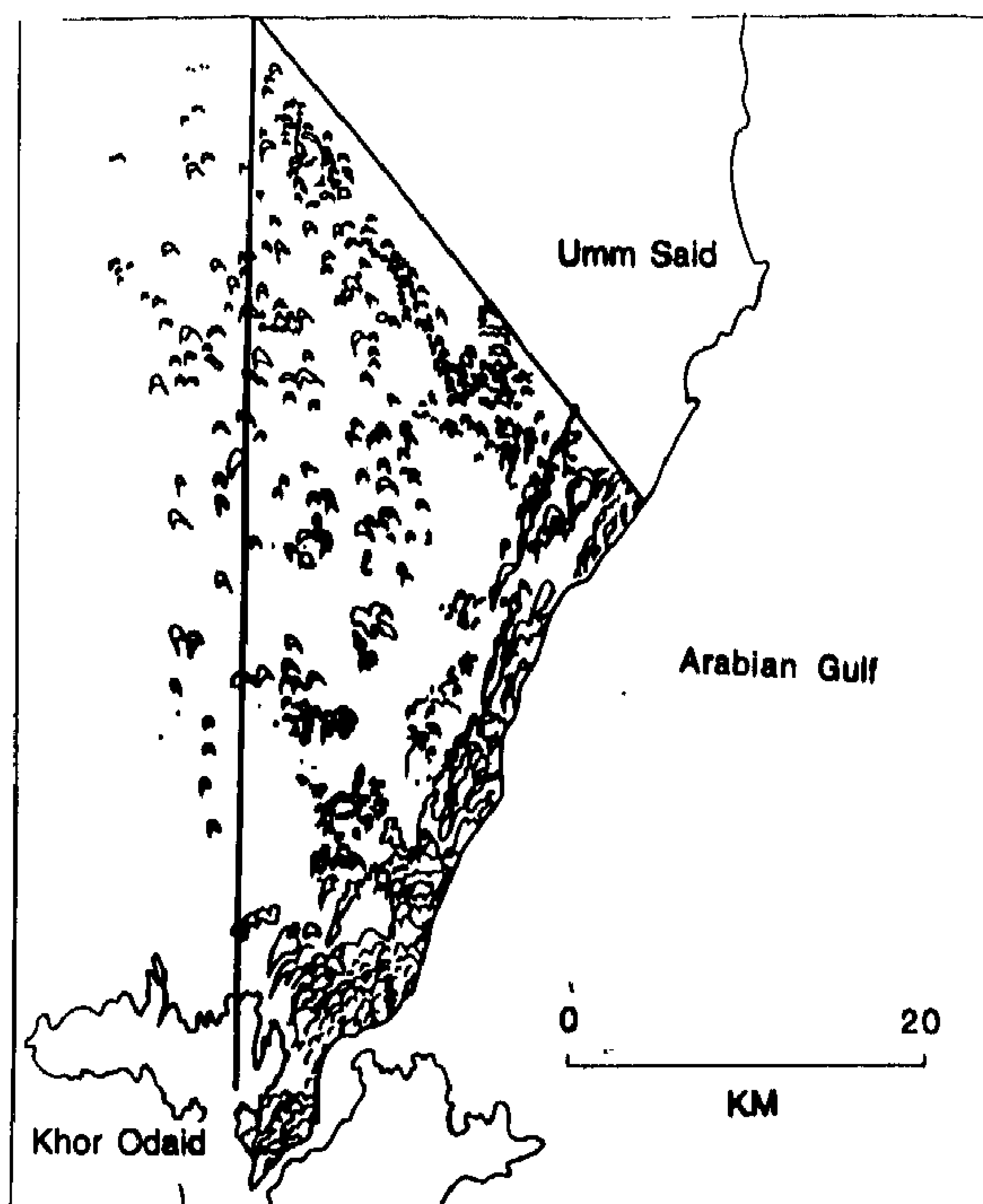



Fig. 3B- Morphological map explaining the major dune sectors in the south east of Qatar.
Source : Al-Sheeb,1988.

## FEATURES OF SAND DUNES MOVEMENT

In this field , the analysis will concentrate on the rate of movement, where the rate and direction of sand dunes movement were computed in the area of study by using aerial photos of the State of Qatar. These surveys were concluded during 13 years in three different occasions , namely, March 1963 in a scale of 1:80,000 , February 1971 in a scale of 1: 37,000, and April 1986 in a scale of 1:16000 . The distance which the dunes has crossed in the area of the study had amounted to 105 meters in the directions of the south and south east at an average rate of 8 meters annually . The relative movement rate of the large sand dunes ( rate of 7.5 meters / year ) amounted to 265 meters with an annual rate of 20.2 meters, while the annual rate of the small sand dunes amounted to 40 meters. It is worth mentioning that these calculations were recorded in periods of instability, and thus they may not represent the overall movement of the sand dunes . It seems that the small sand dunes decrease more and more in size when they move away from the protection of the large sand dunes. The boundaries of some of these sands were taken in July 1977 and in March 1980 ( Fig. 2), where there is a large progress towards the direction of the south eastern coast. Fig. 2 also reveals dissimilarity between the various sand dunes especially the compound ones where some of them progress further than the other ones.

Also most of the sand dunes move with the current wind ( northern and north western ) in the direction of south, south eastern .

## FACTORS GOVERNING THE MOVEMENT OF SAND DUNES

The movement of sand dunes in the area of study is construed by some factors, namely:

### 1- Influence of the Wind

The aerial photos taken by Landsat indicate that there is a clear lineament pattern in all the rocks of the State of Qatar which reveal completely parallel northern western axis. Mostly, this is the result of wind action. Also it is clear from the analysis of those photos and the field study that the wind action will continue in the area of study and Umm Said Industrial Area as long as the current climatic conditions prevail. The aerial photos also indicate that the features of the sand sheets and sand dunes are highly related to the direction of the current northern winds (north western and south western winds) - Fig 4.

The speed of the wind also varies according to seasons . In winter , the wind becomes slow ranging between 10-20 km/hour . During March-April the speed of the wind amounts to 30-35 km/hours, while the ratio of the winds blowing from other directions especially south eastern and south western directions amount to 20% . The south eastern winds have some influence in transferring sediments along the coasts of the State of Qatar, in addition to the strong influence of the northern and north western winds - Fig. 5 .

### 2- Humidity

The humidity influences the movement of sand dunes in two ways: the humidity of the surface over which the sands move, and the rains, since the area of the study includes Umm Said sabkha over which the sand dunes move. This causes the decrease of the transferred sand quantities, since they need speeds

In spite of the fact that there are no previous plans for this area, yet the state has established Sealine Tourist Resort , which was not considered in the light of sand dunes movements .

**Steps and Means of the Study :**

In order to conclude the objective of the study, which was previously prescribed as the movement of sand dunes and their influence on populated areas , the following steps have been taken :

1- Recognition of previous studies which are closely related with the study of sand dunes in the State of Qatar .

2- Analysis of topographic maps and aerial photographs in different scales (1:200,000, 1:100,000, 1:50,000). These scales cover the areas of sand dunes in the State of Qatar, in order to determine the types of sand dunes in the area of the study .

3- Aerial photographs , where Hunting Company for Aerial Survery , has surveyed the State of Qatar by aerial photographs of different scales and dates during the period 1963-1977, in order to locate the movement of sand dunes in the area of the study .

4- Satellite photos which are published in the Atlas of Satellite Photos issued by Scientific and Applied Research Center of Qatar University at the scales of 1 :1,000,000 and 1 : 250,000 .

5- Field studies which include the classification of the photographs that were shot during the field study .

**RESULTS :**

It has been proven from the field study, aerial photos, Landsat photos , and the topographic maps of the State of Qatar that there are two sectors of sand dunes, the most important of which are ( Figs 3A and 3 B ) :

a - The sectors of crescent sand dunes which are all existent in the southern part of the Qatari peninsula the largest of those sectors is the eastern sector (60 Km) which ends along the southern cost .In this sector there are hundreds of simple , complicated , and complex crescent sand dunes , which are intensified and transferred at the end of the sector into Umm Said sabkha area . The heights of those dunes range between one meter and forty meters , and their widths between tens and hundred meters . The sand dunes are consisting mainly of silica sands and calcite remains . All the crescent dunes move under the influence of the north wind (north, north western) at the direction of the Arabian Gulf at a rate ranging between few meters to 20 meters annually . When they arrive to the Gulf coast,. they are gradually overridden by the sea waves . Locally , the sand dunes are known as " Naqian" , and have other names in different locations such as " Naqian Abu-Qubatain" , " Naqian Al-Bagala" , and " Naqian Al-Afja" .

b- Transverse dunes : They are parallel and consecutive waves extending for different distances . They result from the crescent shapes when the quantity of the deposited sands increases locally due to the decrease of their movement rate , because of the humidity resulting from their existence over the sabkha's surfaces in the southern half of Qatar peninsula . This is best represented in Al- khofos sabkha in the west and south of Khor - al - Odaid .

c - The sand sheets coverage which covers completely the surface of the earth in different locations with a thickness of 50 cm without the formation of characteristic shapes over the surfaces exists in two main areas . The first area is north east of the peninsula especially in the area located south of Ras Laffan Khor Al-Zakhira which has abundant white calcite materials . The second area is located in the area of Dukhan mountains , and sometimes in between the sand dunes . These aerial sand formations cover from 10% to 15% of the total area of Qatar .



Fig. 3A- An aerial vertical view of the eastern sand dune sector which is characterized by crescent and elongated dunes

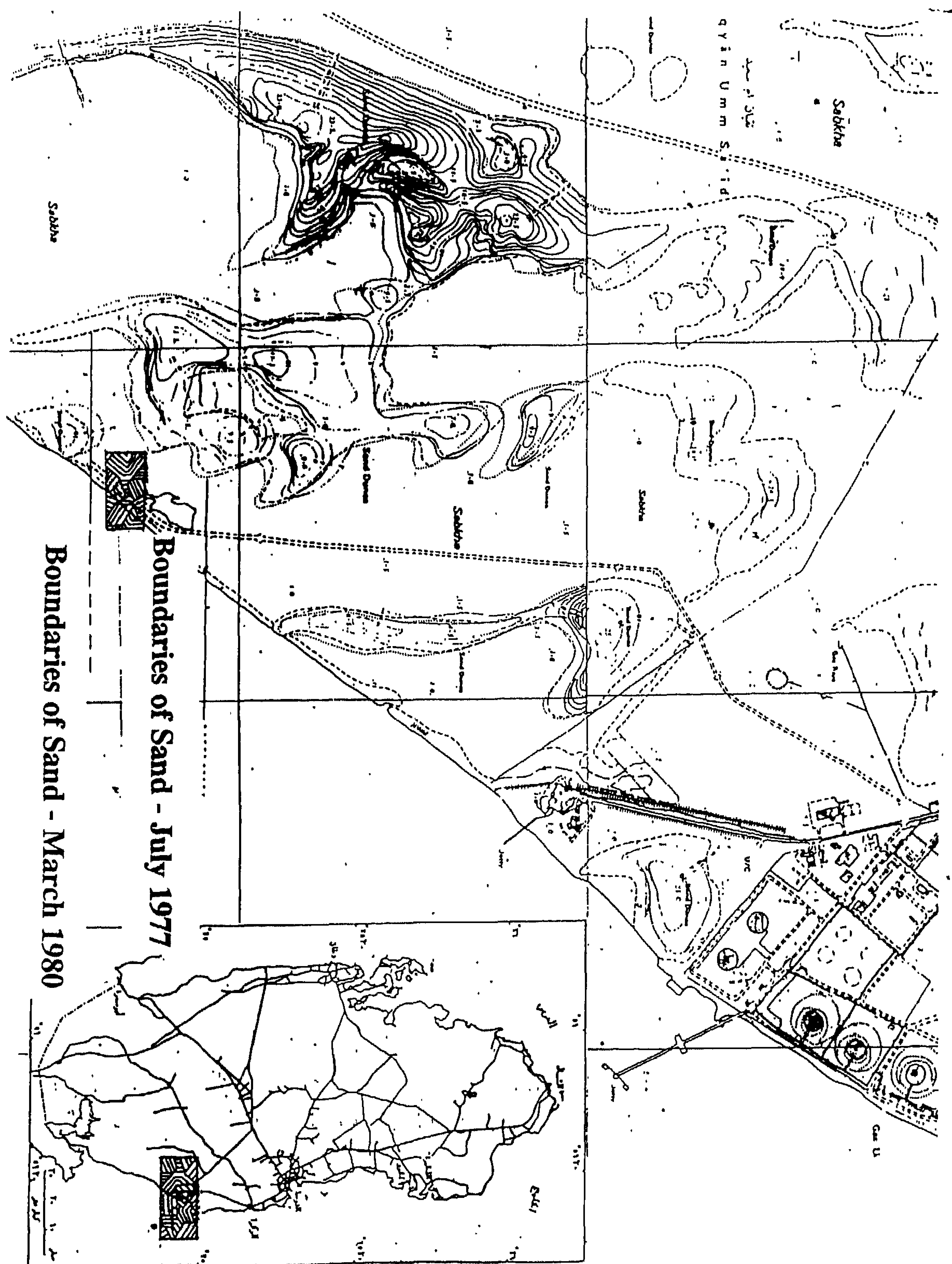



Fig. 2- Area of the study

Sand dunes have their influence on human life due to the problems they cause to the construction and building activities .

In its incessant movement , Sand dunes block some of the roads leading to the populated areas on the Qatari coast such as Doha and Wakra , and to the populated areas in the southern part of the State . At the edges of the eastern area ( the area of the study ) , there is the largest industrial area in Qatar known as Umm Said Industrial Area . This area may be threatened by sand dunes movement whenever a change in the angle of attack of the wind is witnessed .

## PREVIOUS STUDIES

The following are the most important studies which have dealt with the subject of sand dunes in the State of Qatar :

* The book titled **"Sand Dunes in the Peninsula of Qatar"** written by **Nabil Embabi and Mahmoud Ashor** (1985) consists of two parts : the first part covers the sizes and types of sand dunes. Many forms of sand dunes have been recognized including simple, complicated , elongated, and widened crescent sand dunes . This part also provides analysis of angle of regression and forms of the edges . The second part deals with the natural features of the sand dunes such as the size , roundness , analysis of heavy metals , geo- chemical analysis , the internal structure of the sand dunes , their movement , and the factors governing such movement.

* The book titled **" Aspects of Qatar Geography"** written by **Salah Behiri and Madiof Al-Farra** deals with forms of sand dunes which include individual crescent dunes, complicated longitudinal dunes , sand and aeolianite dunes. These are relic " fossil " dunes composed of cemented sand termed aeolianite .

* The book written by **Mohammed Ziab** treats the sand dunes as a characteristic feature in the southern sector of Qatar , and classifies them as crescent , elongated , and sand sheets .

* The Master's thesis of " **Mohammed Hassan Al-Jabir** on the "Human Geography of the State of Qatar", unpublished, deals briefly with sand dunes and their important types: crescent and elongated dunes.

* The book of **Cavelier** titled **"Geological Description"** deals with sand winds as a form of deposition .

* The book of **Ali Ibrahim Al-Sheeb** titled **"Coastal Geomorphology of Peninsula of Qatar"** , unpublished Ph. D. dissertation , tackles the aeolian features in the State of Qatar , their movements , sizes, movement-determining factors, and the mechanical and chemical analysis of the sediments by the electronic scanner known as SEM .

* The book of Ahmed Abdel Salam Ali , a published Master's thesis , deals with sand dunes as one of the characteristic sediments in the State of Qatar, which consists of crescent , elongated dunes , and sand sheets .

## OBJECTIVES OF THE STUDY

The study aims at the following :

1- The implementation of a national program through the drawing of necessary maps for the movement of sand dunes over the populated areas , monitoring of desertification , and stabilization and afforestation of sand dunes in certain locations threatened by desertification in the State of Qatar , especially in the populated areas .

2- Exchange of information pertaining to sand dunes , their stabilization and anti-desertification afforestation between the State of Qatar and those countries having experience in afforestation and stabilization of sand dunes .

3- Increasing the awareness of the citizens in all topics of sand movement , desertification problems , utilization of modern techniques for stabilization of sand dunes, and minimization of desertification .

4- Conduction of a short and long scale study for the drawing of maps of sand dunes and the activities of stabilization and afforestation .

5- Full utilization of previous experiences in stabilization and afforestation fields .

6-Training of national cadres in the fields of desertifition and stabilization of sand dunes and afforestation

## METHODOLOGY OF THE STUDY

### Area of the Study :

The area of the study is located in the south eastern part of the state of Qatar, and south of Umm Said Industrial Area. The area is characterized by crescent sand dunes which are intersected with sea water, where sand dunes move due to the constant northern winds. This area is covered by the Eocene Age rocks which exceed no more than five meters from sea level. Tidal surfaces and sabkha separate sand dunes from the sea - Fig (2) .

# SAND MOVEMENT IN THE STATE OF QATAR AND ITS EFFECTS ON THE URBAN SETTLEMENTS

By
Dr. Ali Ibrahim Al- Sheeb*

## ABSTRACT

The study tackles the problems of sand movement in the State of Qatar, especially in the southern and south eastern sectors where most sand dunes exist. The study also deals with the types of sand dunes: the crescent -type and the elongated ones. The largest of those sectors is the eastern sector which extends over 60 Km till the southern coast , and which is consisted of hundred of crescent, simple , complex , and complicated dunes . The heights of those dunes range between 1 - 45 m . The study further explains the field study and the aerial photographs for the years 1973 - 1976 , topographic maps , and the monitoring of sand dunes movement by Landsat satellite . The field study concentrates on the first tourist project in the area , which is known as Sealine Tourist Resort , and which is highly influenced by sand movement, together with road leading to the Project . To combat this problem , we have sought the assistance of other Gulf studies which propose anti-wind shields and green belts around the area . The study concludes by suggesting some recommendations for the combat of local and regional desertification .

## INTRODUCTION

The State of Qatar is characterized by its unique location halfway the Arabian Gulf, between latitudes 24° 27′ and 24° 10′ North , and the longitudes 50° 45′ and 51° 40′ East . This location characterizes Qatar by a semi-stable climate with many features which may be summarized in the following four seasons ( Fig . 1 ) :

1- Winter season between December and February , where the temperature ranges between 15-17 ° .

2- Summer season between May and September , where the temperature ranges 30- 31°.

3- Autumn season between October and November , where the temperature ranges between 22 - 27 ° .

4- Spring season between March and April , where the temperature ranges between 20 - 25 ° .

These four seasons and their climatic features, such as temperature, average rainfall and other factors classify Qatar's climate as a desert climate. Sand dunes represent one of the major forms of this climate resulting from the winds. Sand dunes in the Qatari peninsula cover an area amounting to 1500 $Km^2$ , i.e.. more than 15% of the total area of the State . Most of those sand dunes are formed in sectors such as the eastern sector which extends along the Arabian.Gulf coast in the area between the industrial area in Umm Said and Khor-al - Odaid , and the other western and southern sectors .

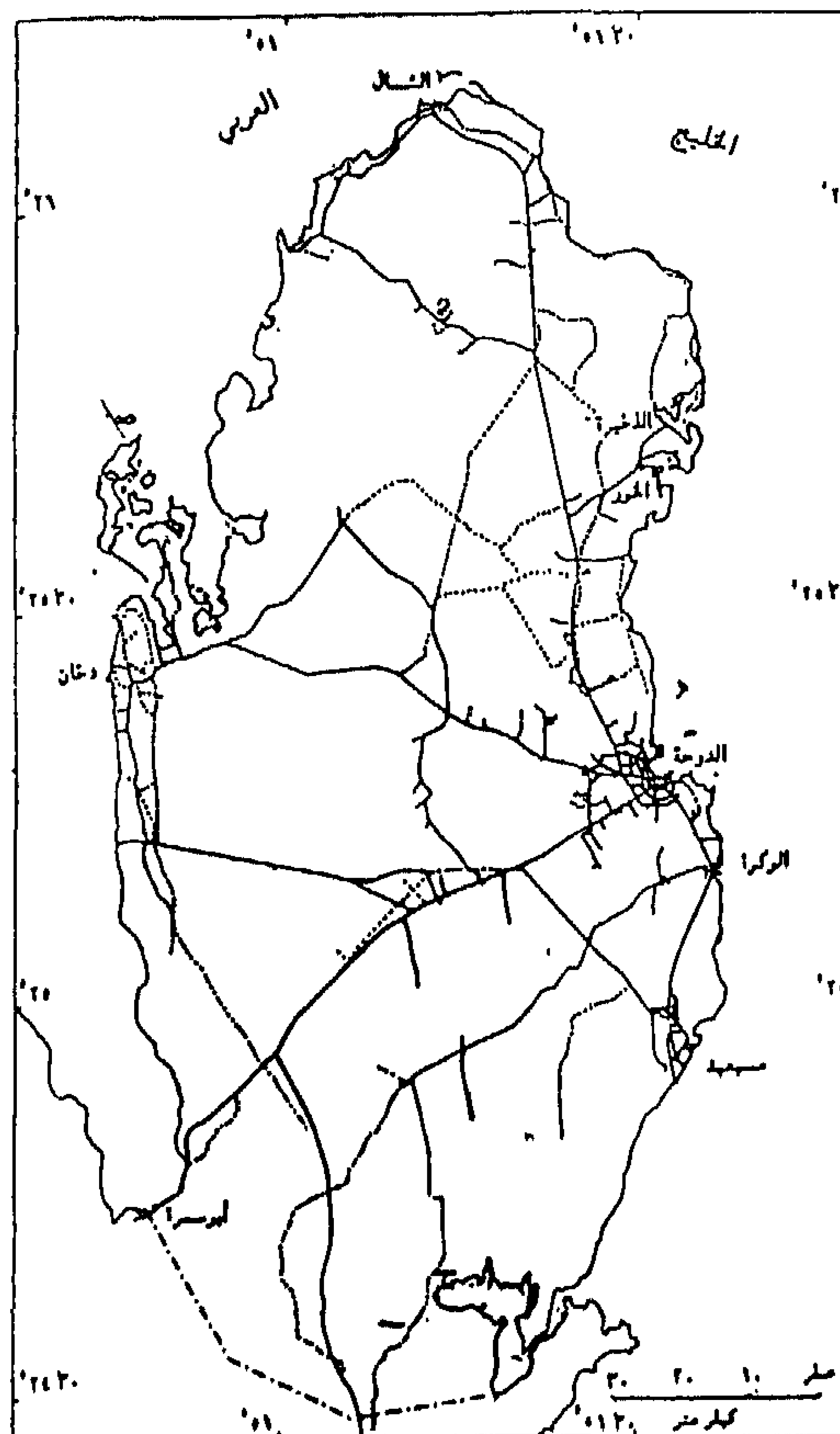


Fig. 1- Qatar Peninsula : location

* Department of Geography, Faculty of Humanities and Social studies, University of Qatar.

*REFERENCES*

1- G.H . Sedahmed , I.A.S Mansour , O.A Fadali ,M.M . Nassar, and M . M . El-shayeb , "Applied Electrochemistry " . 17,583 , (1987) .

2- A . K Biswas and W . G . Darenpart , Extractive Metallurgy of Copper , Pergamon Press , New York (1979) .

3- F . Bravo de Nahui and A . A Wragg , 36th ISE Meeting , Salamanca, Spain, Sept ,23 , (1985) .

4- K . Kubo . A . Mhshina , T. Aratani, and T-Yano , Chem , Eng . Japan 12 , 495 , (1979) .

5 - G . H . Sedahmed and M . À. Fawzy . Bulletin of Electrochem , 1 , 281 (1985) .

6 - U . R . Evans , " Metals and Metallic Compounds", Edwaed Arnold , London Vol 4 , (1923) .

7 - P . H . Strickland and F . Lawson , Proc , Aust. Inst , Min. Met 25 , 236 (1970) .

8 - P . H . Strickland and F . Lawson , Proc , Aust. Inst , Min. Met 1 , 246 (1973) .

9 - P . K . Sahoo and K . S Roa , Hydrometallurgy 8 . 223 (1982) .

10 - J . D . Miller and L . W Beckstead ; Met , Trans . 4,8,1967 (1973) .

11- A . K . Biswas and J , G. Reid Proc , Aust , Inst . Min Met , 37,242(1972) .

12 - O . A . Fadali and M . M. A . El-Shayeb , Bulletin of Electrochemisrty , 2 , (1986) .

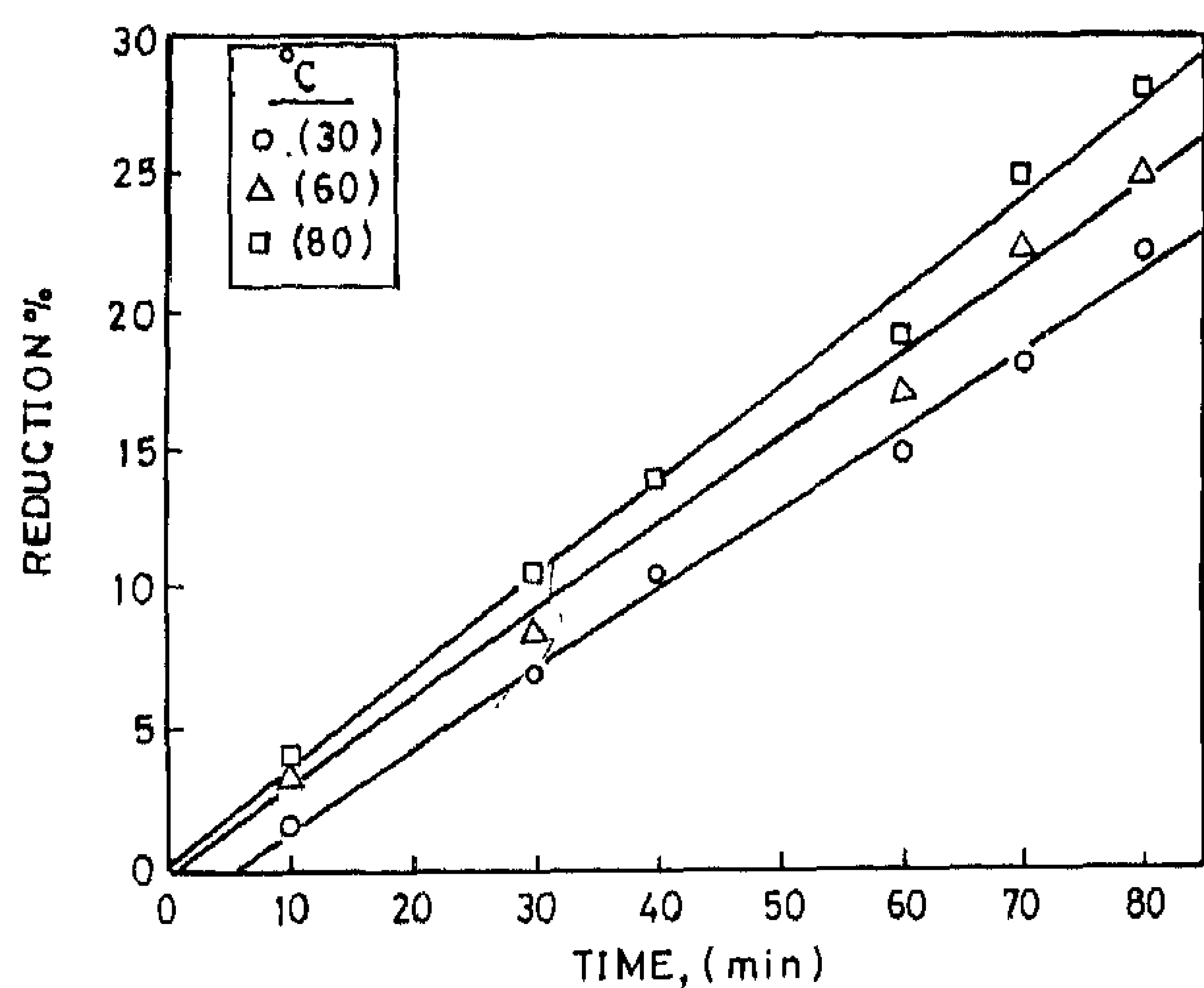



Fig. 4- Effect of time on % reduction of $CuSO_4.5H_2O$ solution at different temperatures, 50 r. p. m.

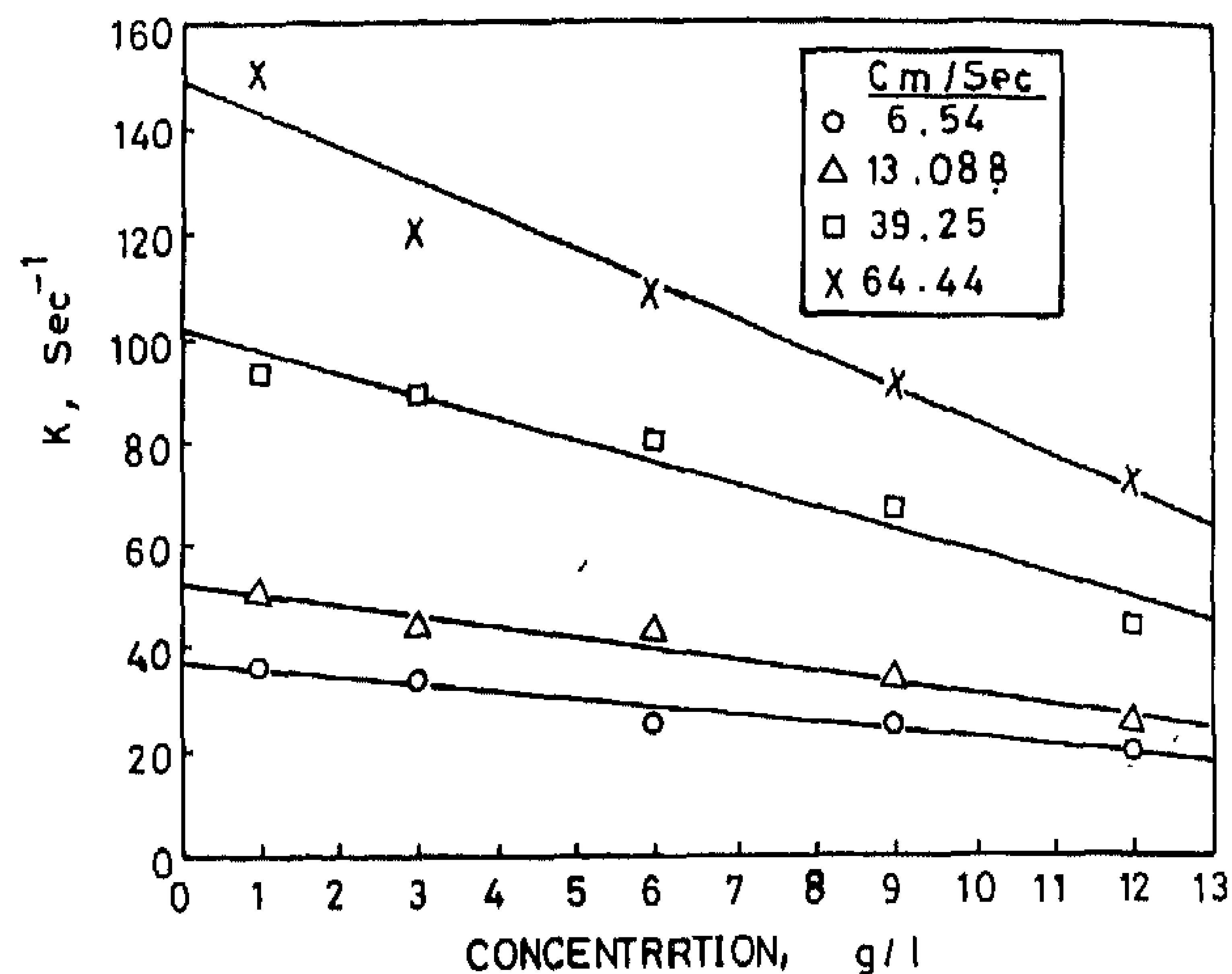



Fig. 6- Effect of $CuSO_4.5H_2O$ conc. on the mass transfer coefficient at different velocities

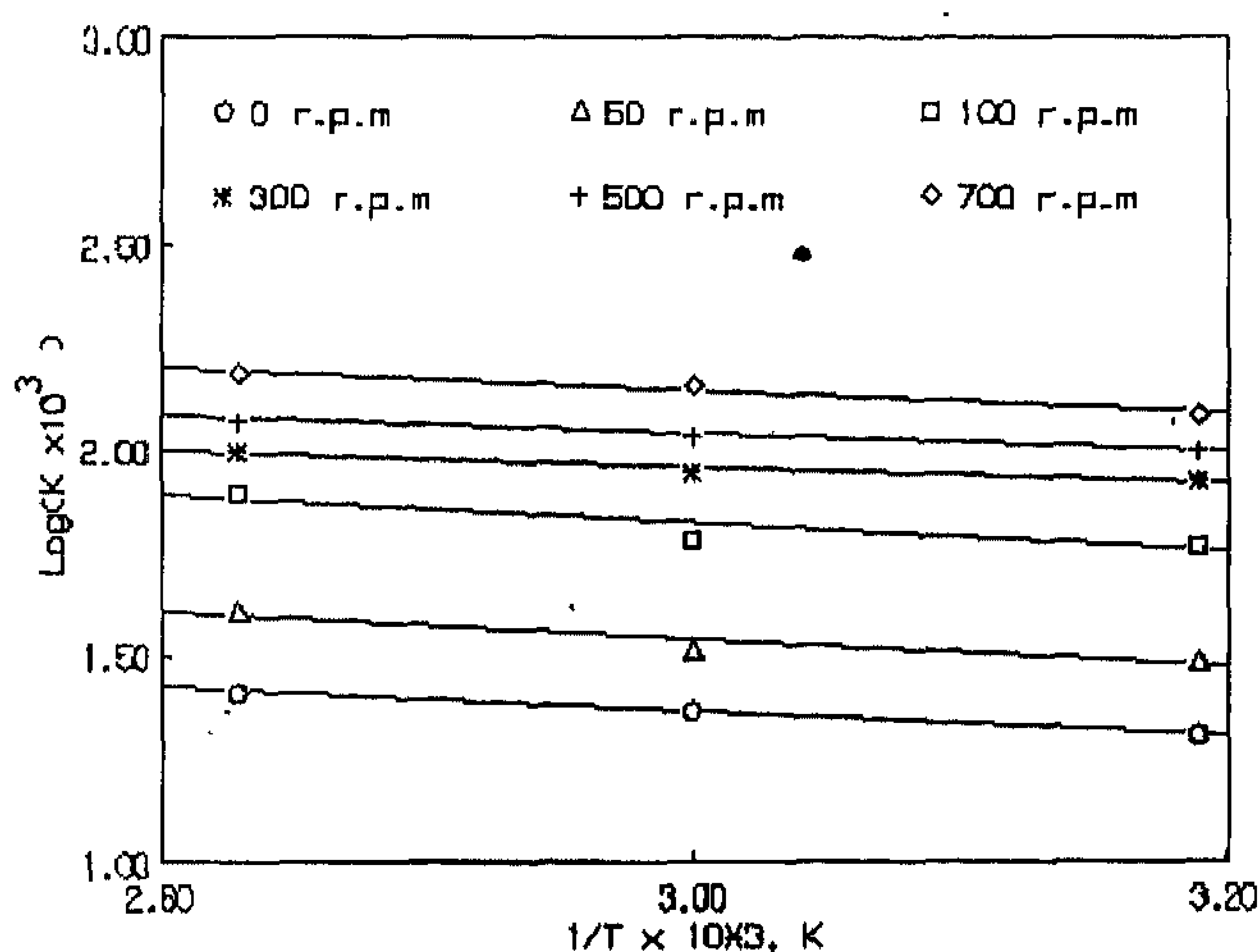



Fig. 5- Log K vs 1/T for $CuSO_4.5H_2O$ solution at different r. p. m.

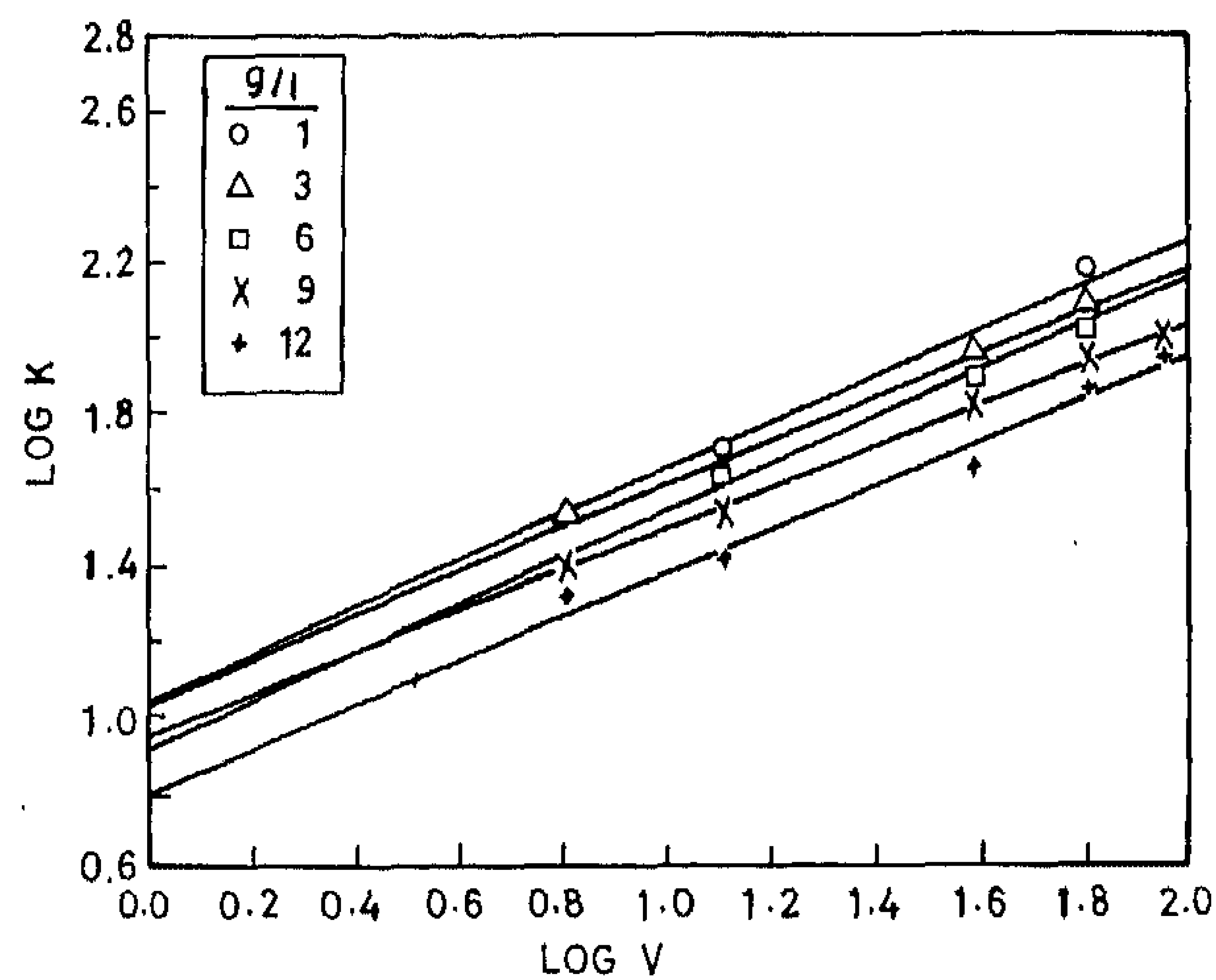



Fig. 7- Log K VS Log V at different $CuSO_4.5H_2O$ conc.

## CONCLUSION

Cementation reaction can be used to remove $Cu^{++}$ ions from industrial effluents using rotating zinc cylinder. The higher r.p.m of 700 for the cylinder was found to give a high percent of reduction for all concentrations studied. The development of surface roughness on the rotating zinc cylinder during copper deposition promotes the degree of turbulence and enhance the rate of mass transfer and consequently increases the rate of $Cu^{++}$ removal. The increase in temperature was found to increase the rate of cementation. Activation energy was calculated.

which upon integration gives

$$V \ln \frac{C_o}{C} = KAt \qquad (2)$$

where V is the volume of the solution containing copper ions, $C_O$ is the initial concentration of copper ions and C its concentration after time t, K and A are the mass transfer coefficient and surface area of zinc cylinder respectively.

The mass transfer coefficient (K) for the cementation reaction was determined by a graphical method from the slope of In co/c versus time curves are shown in Figure (3).

The effect of temperature on % reduction of copper sulphate solution is indicated in Figure (4), the rate of $Cu^{++}$ removal increases as the temperature increases i.e. temperature of 80°C gives more reduction in $Cu^{++}$ than 60°C and 30°C. This result agrees with that obtained by Biswas and Reid, (11) for the cementation of Cu on Fe, they concluded that the rate of cementation increased by increase in temperature.

The activation energy for cementation reaction between zinc metal and cupper sulphate solution was obtained from Arrhenius equation:

$$K = A e^{-E/RT} \qquad (3)$$

by plotting log K against $\frac{1}{T}$ (Fig.(5)) a straight line was obtained with a slope equal $^{-E}/R$, where R is the gas constant (1.987 cal $K^{-1}$ $mol^{-1}$). The activation energy was calculated and tabulated in table (1) at different r.p.m. The value obtained for activation energy in the present study was found to be in the range of 0.9-1.26 K, cal /mol.

Table 1- The energy of activation at different r.p.m

| r.p.m | 0 | 50 | 100 | 300 | 500 | 700 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| E K. cal / mol | 1.3 | 1.5 | 1.6 | .9 | 1 | 1.3 |

The effect of copper sulphate concentration on the mass transfer coefficient at different peripheral cylinder velocity is shown in Figure (6). The mass transfer coefficient was found to decrease as the concentration of copper sulphate increases. This result was obtained by Fadali and El-Shayeb (12) and was attributed to the increase in solution viscosity and the corresponding decrease in the diffusion coefficient of copper sulphate.

A correlation was obtained when log K is plotted against log V at different copper sulphate concentrations, straight lines were obtained which have the same slope Figure (7) The correlation is in the form $K = aV^{0.66}$

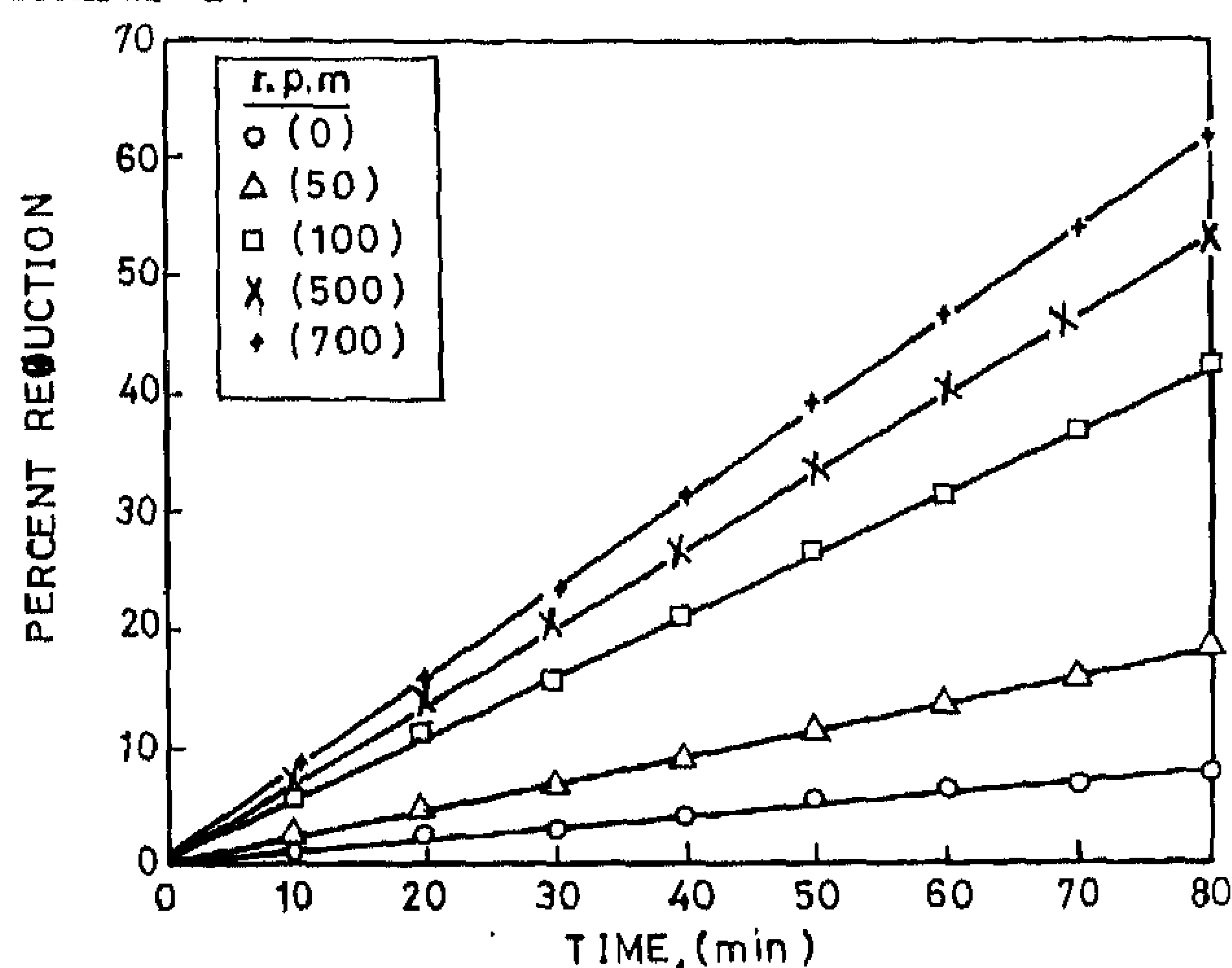



Fig. 1- Effect of time on % reduction for $CuSO_4 . 5H_2O$ solution at different r.p.m

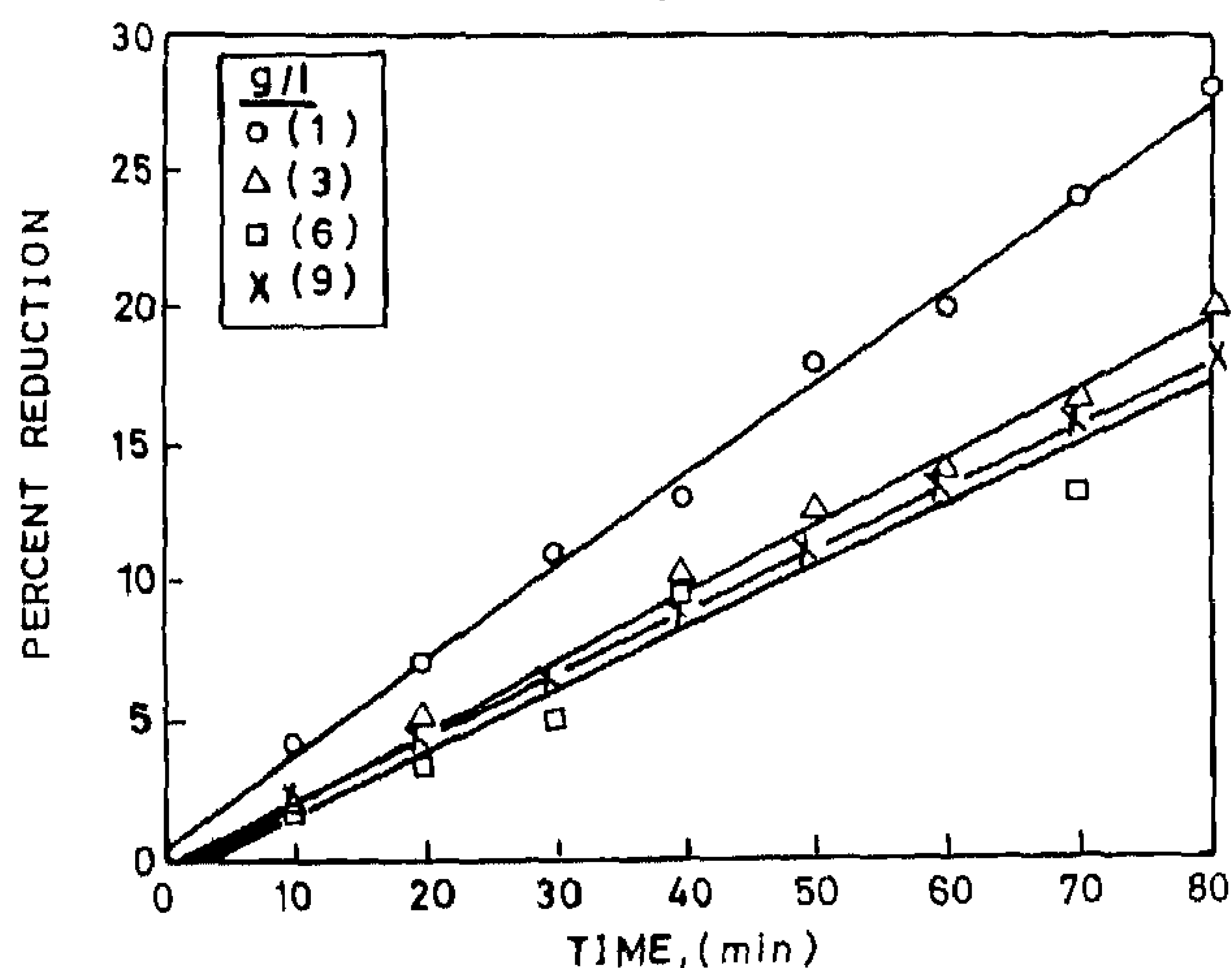



Fig. 2- Effect of time on % reduction for $CuSO_4 . 5H_2O$ solution at different concentrations

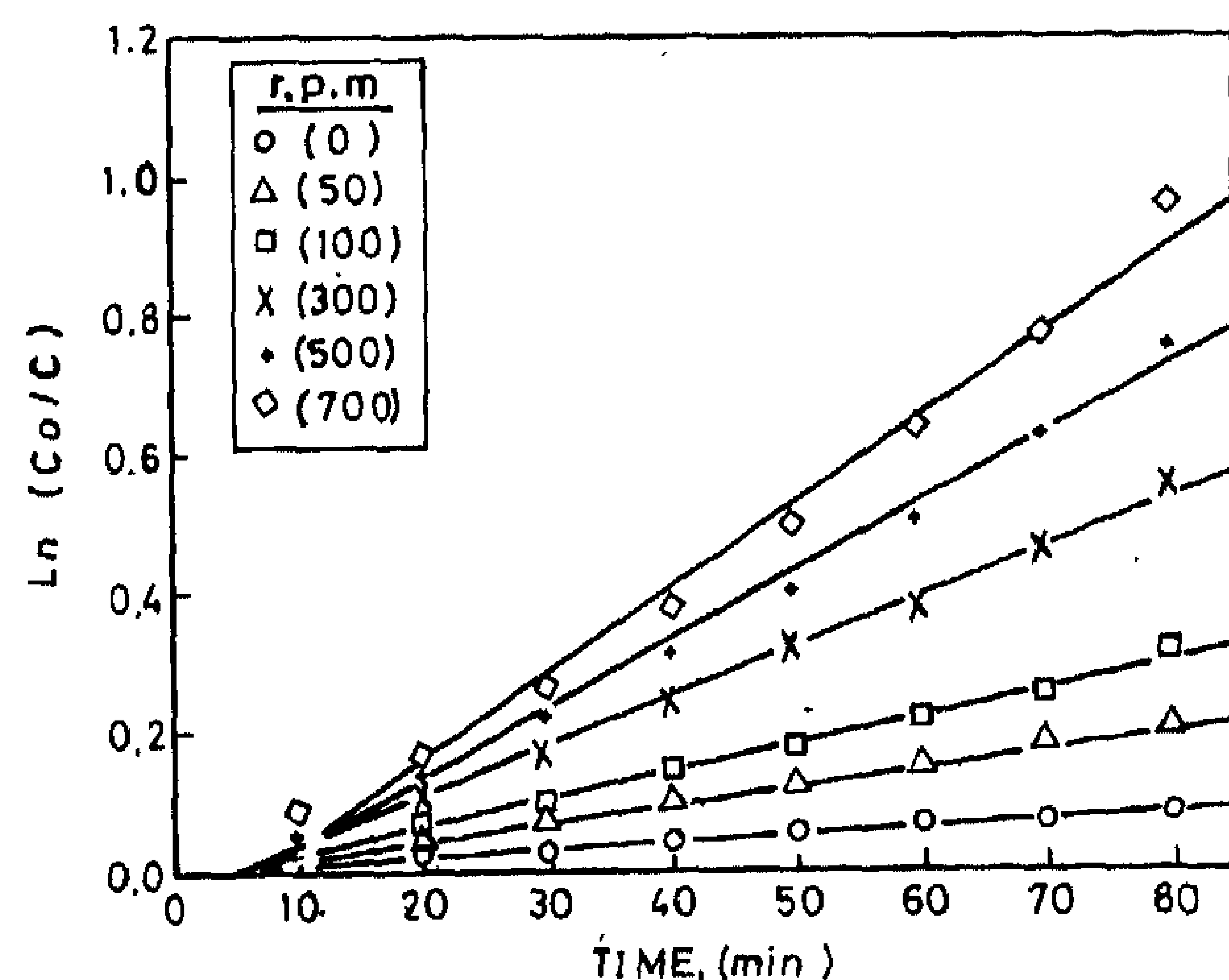



Fig. 3- Typical Ln(Co/C) Vs time for $CuSO_4 . 5H_2O$ solution at different r. p. m.

# APPLICATION OF ZINC FOR POLLUTION CONTROL

By
Asma A. El- Sattar and M.M. El Shayeb *

## ABSTRACT

Study was made for the factors affecting the rate of Cu++ removal from aqueous solution of copper sulphate by cementation on a rotating zinc cylinder . Variables studied were time of cementation , copper sulphate concentration, r.p.m. , and temperature . The importance of this study lies in treating industrial waste water containing Cu++ as pollutant . It was found that increasing time of cementation , temperatue, and r.p.m increase the rate of mass transfer while the increase of copper sulphate concentration decreases the rate of mass transfer.

## INTRODUCTION

The cementation reaction between Cu ++ and zinc metal is known to be diffusion-controlled reaction (1-5). In mechanistic studies of cementation reactions, it has been common practice to use rotating cylinder of the reacting metal because rotating cylinders can induce a high degree of turbulence and consequently high rates of mass transfer. Techniques of using rotating cylinders have receiveal increased importance in conducting diffusion controlled reactions involving dilute solutions (6-8) such as, in removing toxic and precious metals from industrial waste solution by electrodeposition in the form of metal powder, or by cementation on less noble metals. Such processes are used mainly for the extraction of copper from tailing and residues (9). Some work has been done on the factors affecting the rate of cementation such as geometry of less noble surface , concenration of metal ions and stirring . The objective of the present work is to study the effect of temperature on the rate of cementation , and to obtain the energy of activation .

## EXPERIMENTAL

The apparatus consists of a rotating zinc cylinder in one litre glass container containing 600 $cm^3$ copper sulphate solution. The cylinder has a diameter of 1.9cm and a lenght of 8 cm and made of 99.9% pure zinc (product of merck ). The cylinder was connected to the shaft of a variable speed motor through a plastic holder. The motor was held firmly to avoid vibration . Rotational speeds of the cylinder ranged from 0 to 700 r.p.m and were controlled by a variac and measured by an optical tachometer.

Five concentrations of copper sulphate were used in the present study , these concentrations are : 1,3,6,9 and 12 g/l ; all solutions were prepared from A.R grade chemicals dissolved in distilled water. The rate of cementation was followed by analysing the residual copper sulphate at 10 min intervals using atomic absorption spectrophotometry . Each experiment was carried out using a fresh solution and a clean zinc cylinder. The effect of temperature was studied by varying it from 20-80°C.

* Chemical Engineering Department , Faculty of Engineering, Minia University, Minia, Egypt.

## RESULTS AND DISCUSSIONS

The percent reduction in $CuSO_4$ concentration by cementation over a rotating zinc cylinder was studied for five concentrations ( 1, 3, 6, 9, and 12 g/l) and at five r.p.m (0.50, 100, 300, 500 and 700 r.p.m).

Figure (1) shows a typical result for the effect of time on the percent reduction of $CuSO_4$ concentration at different r.p.m. From this figure the percent reduction of $CuSO_4$ concentration was found to increase with increasing of time and cylinder speed. As the cementa-tion reaction rate is controlled by boundary layer diffusion process (10) the decrease in diffusion layer thickness around the zinc cylinder is more enhanced by the increase in cylinder rotation and consequently decrease in the rate of mass transfer resistance. This finding is in agreement with previous studies which concluded that cementation is a diffusion controlled reaction (7).

The effect of time on the percent reduction of copper sulphate at constant r.p.m. of 50, is indicated in Fig. (2). As expected by increasing copper sulphate concentration, the rate of copper sulphate removal from solution is decreased .

Since cementation reaction is a diffusion controlled reaction (1-5) therefore its rate in a batch reactor can be expressed by the following equation :

$$-V \frac{dc}{dt} = KAC \qquad (1)$$

example), ynr should be 111 in order to force the rightmost XOR to invert $d_1$. Consider the following situation: A fault occurs at y. Consequently, ynr=011 instead of 111, t becomes 0 and $d_1=D_1$. In other words, the incorrect data $d_1$ is NOT corrected and corrupted data is sent to the rest of the system.

## 4. SEC CIRCUIT WITH MODIFIED PCM

In this Section, the PCM is changed as shown in Figure 4.

$$\begin{matrix} c_1 & c_2 & c_3 & d_1 & d_2 & d_3 \end{matrix}$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Fig. 4- Modified PCM

Consequently, the bit slice for $d_1$ will be represented by the circuit in Figure 5. If the data is correct, ynk = 011, t = 0 and $d_1 = D_1$. As in the previous circuit, a fault at v will produce an error if $D_1 = 1$. Next, consider a fault at x, for example. If x is 1, this fault will produce an error at x and consequently an error at y. If y becomes a 1, ynk = 111, t = 1 and $D_1 = d_1'$; in other words, the correct data is "incorrectly" corrected. This is different from the behavior of the SEC circuit in Section 3.

If the data is incorrect, ynk should be 111. Consider again a fault at x. If $d_1$ is incorrect, ymr should be 100. If x is 1, a fault at x will force ymr to 000. This will deactivate the AND gate, t = 0 and $d_1 = D_1$. The erroneous $d_1$ is produced at the output and data corruption follows. This is the same as the behavior of the SEC circuit in Section 3.

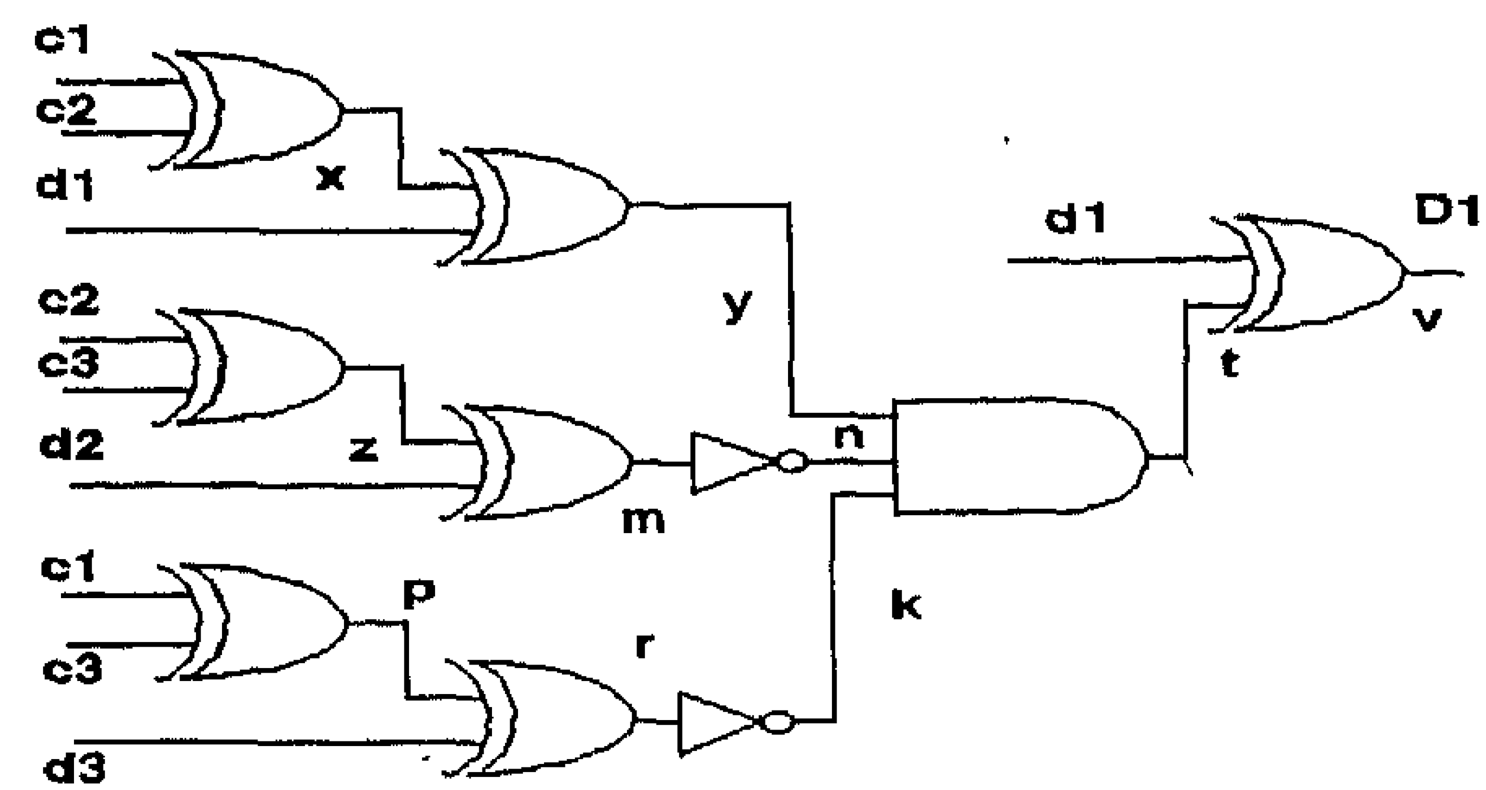



Fig. 5- Modified bit slice

## 5. SUMMARY AND CONCLUSION

The behavior of two Single-Error-Correcting (SEC) circuits was analyzed in the presence of a single unidirectional 1→ 0 fault. The difference between the two circuits is the Parity Check Matrix (PCM). It was found that both circuits may not correct an incorrect message bit. The unidirectional fault will cause the SEC circuit to produce the erroneous bit at its output without correcting it.

However, in case the message is correct, one circuit has a higher tolerance to single unidirectional faults than the other one. Only a fault at the output of the rightmost XOR gate may produce incorrect data. In contrast, the other circuit may produce the inverse of the message bit for two fault locations, the rightmost XOR gate as in the first circuit and the output of one of the parity generators.

In conclusion, the PCM can increase the tolerance of the SEC circuit to single unidirectional 1→0 faults. This tolerance will increase the reliability of the entire system.

### *REFERENCES*

1. *Johnson, B. W., "Design and Analysis of Fault -Tolerant Digital Systems", Addison-Wesley, Menlo Park, California, 1989.*

2. *Siewiorek, D.P., and Swarz, R.S., "The Theory and Practice of Reliable System Design", Digital Press, 1982.*

3. *McCluskey, E. J., "Logic Design Principles with Emphasis on Testable Semicustom Circuits", Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1986.*

4. *Amer, H. H., and Shehata, K. A., "Effect of Gate Oxide Shorts on the Behavior of CMOS NOR Gates", Journal of Engineering and Applied Science, Faculty of Engineering, Cairo University, Vol 40, No. 4, August 1993.*

5. *Hao, H. and McCluskey, E. J., "Resistive Shorts within CMOS Gates", Proc. International Test Conf., 1991.*

6. *Wakerly, J., "Error Detecting Codes, Self Checking Circuits and Applications", North Holland, 1978.*

$d_1d_2d_3c_1c_2c_3$

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Fig. 1- Parity Check Matrix

For a non codeword message with one error, the syndrome will be identical to the column vector of H that represents the erroneous bit.

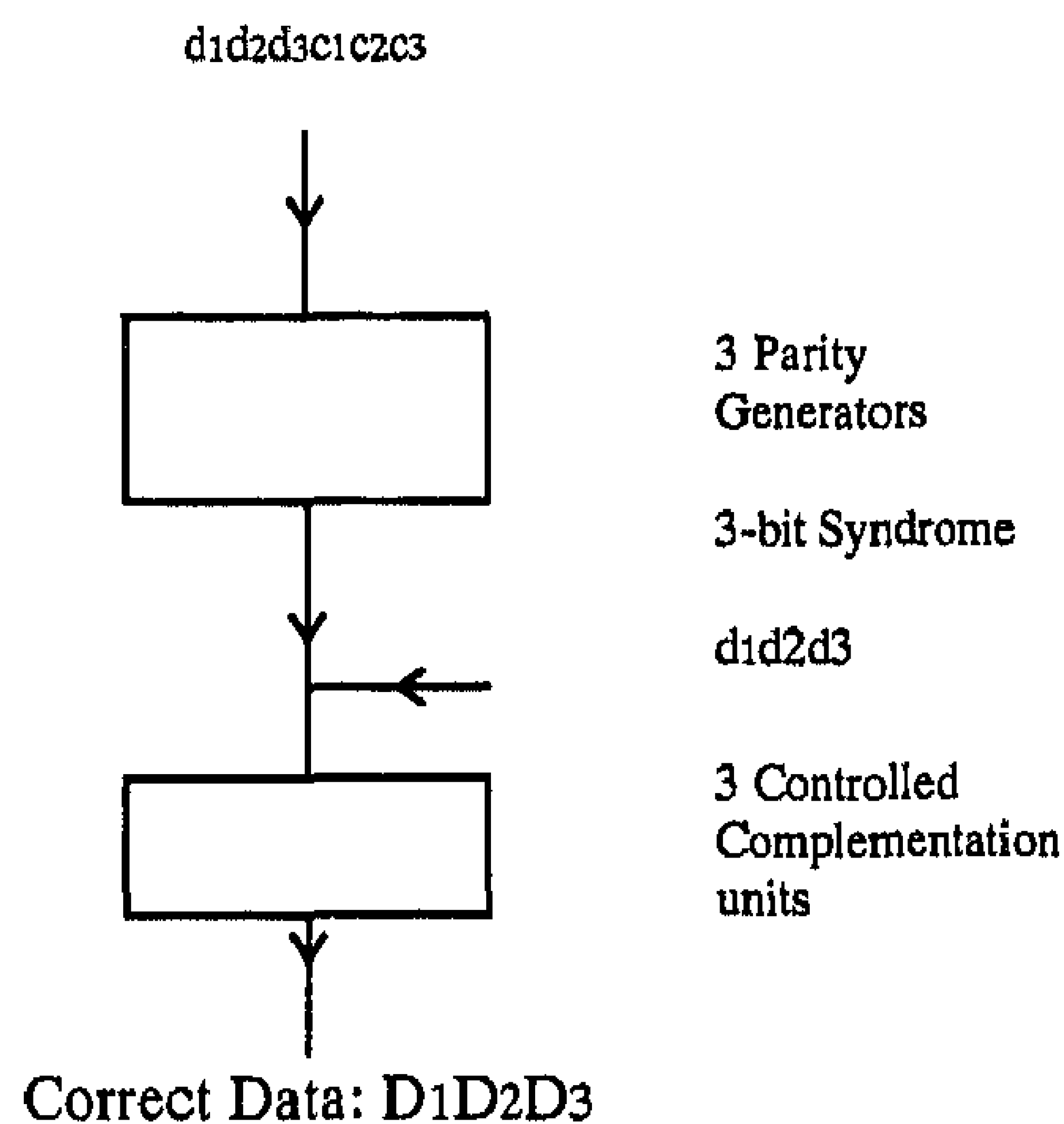



Fig. 2- Block diagram of SEC circuit

Figure 2 shows a block diagram of the SEC circuit. A 6-bit message is applied to three parity generators. This message consists of 3 data bits ($d_1$, $d_2$ and $d_3$) along with 3 check bits ($c_1$, $c_2$ and $c_3$). The 3 parity generators produce a 3 bit syndrome vector which is, in turn, applied to 3 controlled complementation units. The complementation units also receive the 3 data bits $d_1$, $d_2$ and $d_3$. If the syndrome is the zero vector, the controlled complementation units produce $D_1D_2D_3 = d_1d_2d_3$. If there is one erroneous data bit, the syndrome is identical to the column vector in H that corresponds to that erroneous bit. The appropriate unit complements, the erroneous bit, and the output of the SEC circuit are the correct data vector $D_1D_2D_3$.

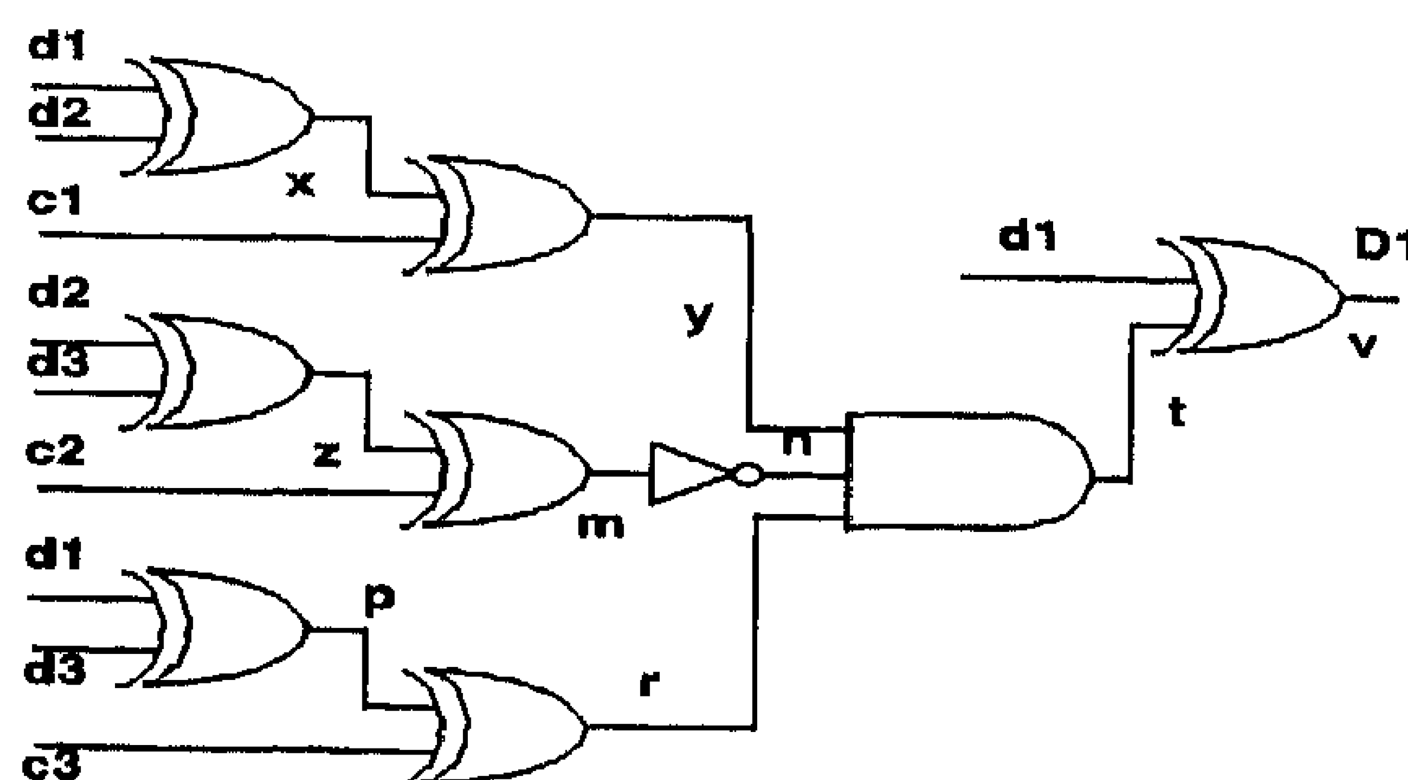



Fig. 3- Bit slice of SEC circuit

Figure 3 shows a bit slice of this circuit. This bit slice corresponds to bit $d_1$. Each pair of XOR gates represents a parity generator, i.e., the three parity generators mentioned in Figure 2 are shown in Figure 3. The inverter, the AND gate and the rightmost XOR gate represent the controlled complementation unit for bit $d_1$. The syndrome appears at nodes y, m and r. If t is 0, $d_1=D_1$, but if t=1, $d_1=D_1'$. Note that the column in H that represents $d_1$ is 101. The controlled complementation unit decodes 101 and therefore consists of a 3-input AND gate with the middle input inverted.

In the next sections, it will be shown that a single unidirectional 1→0 fault may cause the SEC circuit to correct a valid codeword, i.e., produce a non-codeword even though the input to the SEC circuit is correct. Furthermore, the fault can prevent the SEC circuit from correcting a non-codeword and consequently, erroneous data is transmitted throughout the rest of the system.

## 3. EFFECT OF SINGLE UNIDIRECTIONAL FAULT

This section studies the SEC circuit whose PCM is shown in Figure 1. The analysis is carried out on the bit slice in Figure 3. Throughout the rest of this paper, a fault will mean a single unidirectional 1→0 fault.

First, assume the message [$d_1d_2d_3c_1c_2c_3$] is correct. Hence, t = 0. A fault at v will produce an error if $d_1$ is 1. Faults at x, z, p, y, m, n, r or t will not produce any errors.

Proof: In the fault-free situation, there is a zero syndrome. Therefore, y = m = r = 0 and consequently t = 0 and a fault at any of these signals will not produce an error; n=1 and a fault at n will produce an error at n. However, this error does not propagate across the AND gate because y and r are zeroes; x and $c_1$ can both be ones or both be zeroes since y is zero. The same is true for z and $c_2$ and also for p and $c_3$. A fault at x will produce an error if x is 1. This will force y to be 1 but, once again, this error will not propagate through the AND gate because r is 0. The same argument is valid for a fault at p; the 0 at y will prevent the propagation of the error. A fault at z when z is 1 will produce a 1 at m and a 0 at n which will not affect t.

Because the other two controlled complementation units also consist of an AND gate with one inverted input and an XOR gate, the results presented above can be extended to the entire SEC circuit. In summary, if the message is correct, only a fault at v will produce an erroneous data bit when its correct value is a 1.

If the message has one incorrect bit ($d_1$ in this

# TOLERANCE OF SINGLE-ERROR- CORRECTING CIRCUITS TO UNIDIRECTIONAL ERRORS

By
Hssanein H. Amer*

ABSTRACT

This paper shows that the tolerance of a Single- Error- Correcting circuit to unidirectional errors depends on the architecture of the circuit. Two such circuits are analyzed. They differ in the Parity Check Matrix. One circuit has a higher probability than the other of producing the correct output in the presence of a unidirectional fault.

## 1. INTRODUCTION

Most computers use some form of error detection and correction in their memory systems in order to increase reliability. Hamming codes are possibly the most common codes used for single error correction. The implementation of these codes is relatively inexpensive in terms of cost and performance overhead. Several companies have produced off-the-shelf integrated circuits for code generation and checking (1, 2).

Even though Single-Error-Correcting (SEC) circuits are used to protect computers from hardware failures; they may be subjected to hardware failures themselves. In this paper, the effect of unidirectional errors on SEC circuits, is studied. Specifically, the relation between the architecture of the SEC circuit and its tolerance to unidirectional errors, is investigated.

Unidirectional errors happen when all erroneous signals make the same transition, i.e., $0 \rightarrow 1$ or $1 \rightarrow 0$ (2, 3). This paper focuses on $1 \rightarrow 0$ errors. This error can be permanent or temporary (3). It can be produced by a power supply dip, for example, the dip would cause a logic 1 to be represented by an intermediate voltage that may or may not be interpreted as a logic 1 by other gates. This error could also be due to component degradation such that the value of Voh becomes an intermediate voltage less than the specified value. Again, this intermediate voltage may be interpreted as a logic 1 or a logic 0 by other gates. Component degradation in CMOS circuits, for instance, could be due to Gate Oxide Shorts. The effect of Gate Oxide Shorts on circuit behavior has been studied in many papers (4, 5). It will be assumed that only one unidirectional error can happen at a time. For all valid codewords, it will be shown that the behavior of the SEC circuitry does in fact depend on its architecture.

Section 2 describes the operation of a typical SEC circuit. Section 3 analyzes the behavior of the circuit in the presence of a single unidirectional error. In Section 4, the architecture of the SEC circuit is modified and the same analysis is carried out again to investigate the relation between the circuit architecture and its tolerance to single unidirectional errors. Finally, Section 5 presents the summary of the paper.

In the remaining of this paper, the following terminology will be used (3, 6); a failure is a physical malfunction, a fault is the representation of the effect of a failure, whereas an error is an incorrect output caused by a failure. Therefore, a Gate Oxide Short that reduces Voh is a failure. Its corresponding fault will be a $1 \rightarrow 0$ transition. This fault will only cause an error if the correct output of the gate is a logic 1.

## 2. SINGLE-ERROR-CORRECTION CIRCUIT

In a system using an (n,k) linear Single-Error-Correcting (SEC) code, k data bits are encoded in an n-bit message by adding c check bits. In other words, n=k+c. The relation between c and k is described by the following inequality: $2^c \geq c+k+1$

Hamming Codes can be described by a Parity Check Matrix (PCM) (2,6). This matrix has c rows and n columns. A matrix H for a (6,3) SEC code is shown in Figure 1. Hence k=c=3 and n=6. Decoding is done by the matrix operation H.r = s where r is an n-bit column vector representing the message, and s is a c-bit row vector representing the syndrome. The matrix operation H.r uses modulo-2 addition. For a codeword message, s should be a zero vector.

* Associate Prof., Electronics and Telecom. Dept., Faculty of Engineering, Cairo Universty.

*REFERENCES*

1 - *M. A. Hamadan and B. A. Jubran, " Some Theoretical and Experimental Aspects of Built-in Solar Storage ", Renewable Energy, Vol.2, No.3,1992.*

2 - *A. B. Cohen, " Thermal Optimization of Compact Solar Water Heaters " ,Solar Energy, Vol. 20, 1987.*

3 - *A. Geotzberger and M. Rommel, " Prospects for Integrated Storage Collector System in Central Europe ", Solar Energy Vol. 39, No.3, 1987.*

4 - *A. Ecevit, A. M. El-Shariah and E. D. Apaydin, "Triangular Built-in Storage Solar Water Heater", Solar Energy, Vol. 42, No. 3, 1989.*

5 - *B. Vaxman and M. Sokolov, " Experiments with an Integral Compact Solar Water Heater", Solar Energy Vol. 34, No. 6, 1985.*

6 - *W. H. Tadros, " Solar Energy Input to Corrugated Plate Collectors of Different Configurations ", J. of Inst. Of Engg. Vol. 71, 1990.*

7 - *W. H. Tadros, E. M. Abdel-Salam, M. El-Kheshin and S. A. Hassan, " Theoretical and Experimental Analysis of Corrugated Plate Solar Collector ", J. of Inst. of Engg. Vol. 74, 1993.*

8 - *M. E. Elswify and W. H. Tadros, " Enhancement of Energy Input to Solar Box Cooker ", 4 th. International Conf. on Energy Devlp. and Envir., Cairo, Egypt, Oct. 1994.*

## CONCLUSION

From the theoretical analysis and the experimental investigation it is concluded that :

1 - The use of built in-storage solar water heater is feasible when hot water is required at low temperature in the range from 40 to 50 °C specially in the case of intermittent use . It is suitable for camping purposes and in summer beach and tourism villages.

2 - The modified heater presented in this paper possesses a performance much better than that of the previous ones. This is due to the use of a baffle plate, corrugated absorber, solar reflector, and nigh insulating cover.

3 - Up to 100 liters of hot water at a temperature of 40 - 50 ° C can be daily obtained from a heater of a capacity of 100 liters with absorber area of one square meter . This can be achieved after an initial warming up period of 2 -3 days after which the heater can be continuously used in the mentioned areas of Egypt.

4- for lower hot water consumption , higher temperature up to 57°C can be obtained .

5 -The efficiency of the modified heater during the continuous running mode ranges from 35% to 55% .

6 -Single glazing is recommended for such type of solar water heaters rather than double glazing .

7 - The modified solar water heater has the advantages of portability and easiness of erection which is suitable to be used for camping purposes.

## NOMENCLATURE

| | | |
|---|---|---|
| A | Absorber Area | $m^2$ |
| A' | Area of the opening between water over and under the baffle plate | $m^2$ |
| C | Specific heat | J/Kg °C |
| hc | Coefficient of heat transfer by convection | W/ $m^2$ °C |
| hr | Coefficient of heat transfer by radiation | W/ $m^2$ °C |
| I | Intensity of solar radiation | W/ $m^2$ |
| K | Thermal Conductivity | W/ m °C |
| M | Mass | Kg |
| t | Temperature | °C |
| $\alpha$ | Absorber absorptivity | |
| $\delta$ | Insulation thickness | |
| $\theta$ | time | hr |
| $\tau$ | Glass transmissivity | |

## SUBSCRIPT

| | |
|---|---|
| a | Air |
| b | Baffle plate |
| g | Glass |
| p | Absorber plate |
| s | Air space between absorber plate and glass cover |
| w | Water |
| w1 | Water between the absorber and the baffle plate |
| w2 | Water between the baffle plate and the tank bottom |

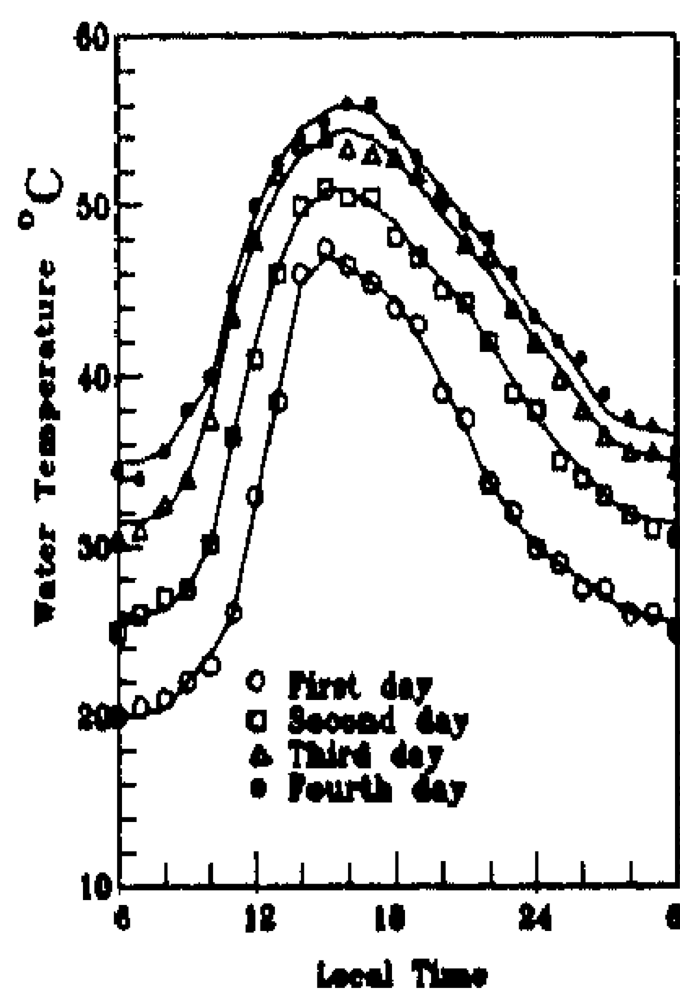



Fig. 13- Hourly water temperature variation at no load without reflector

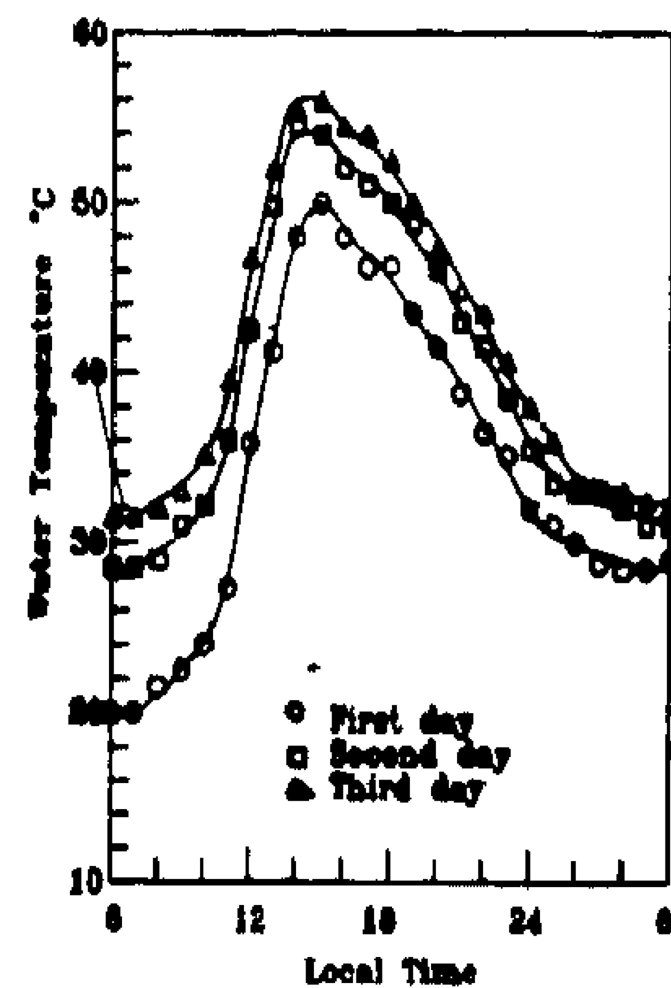



Fig. 14- Hourly water temperature variation at no load with reflector without cover

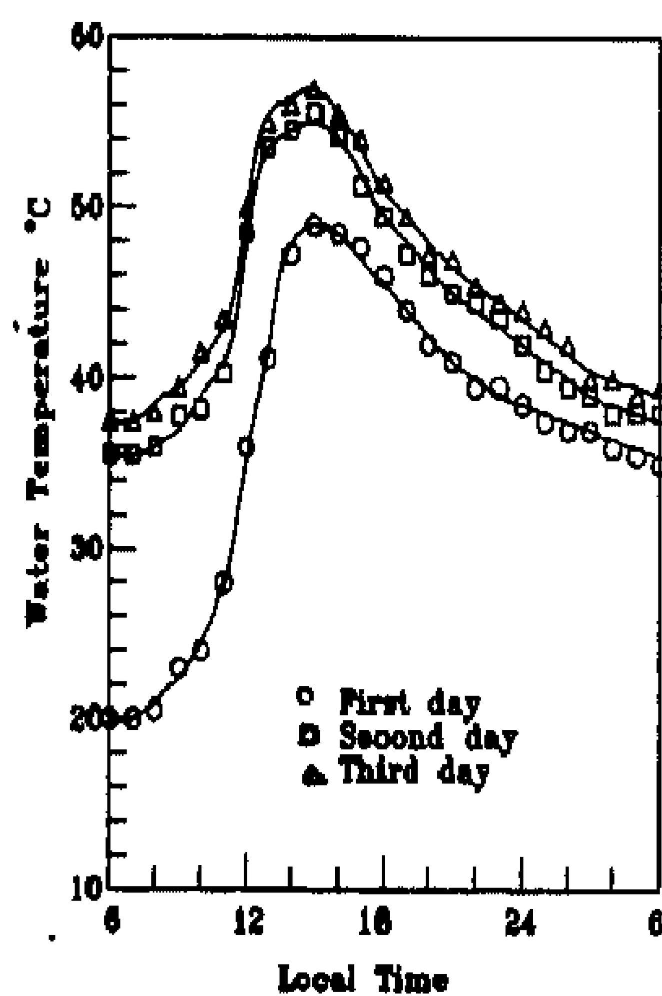



Fig. 15- Hourly water temperature variation at no load with reflector and cover

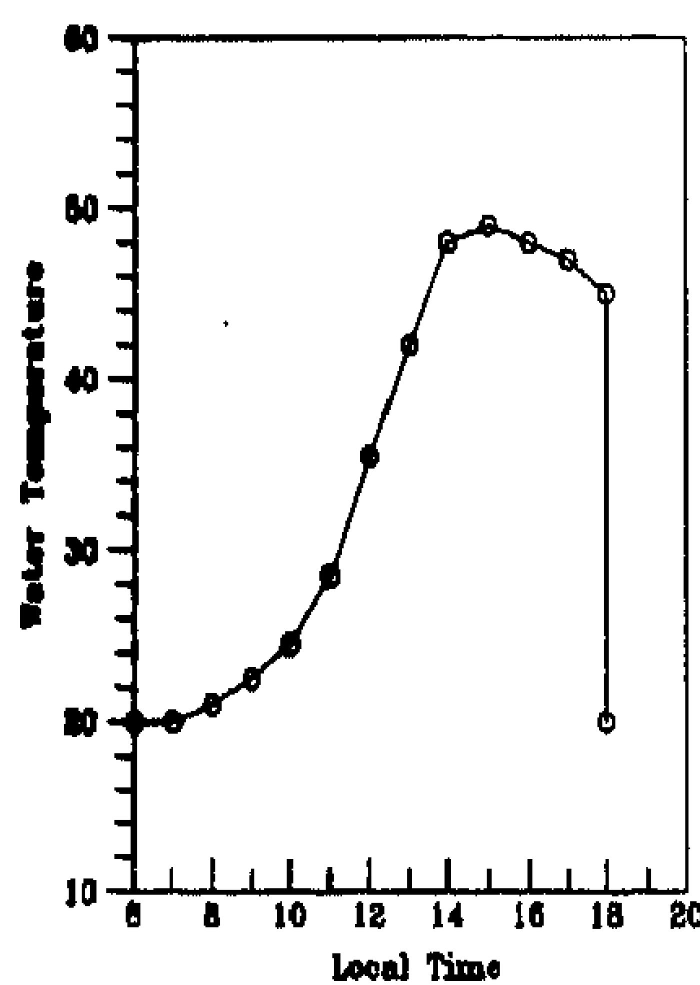



Fig. 16- Hourly water temperature variation at no load and complete discharge at sunset

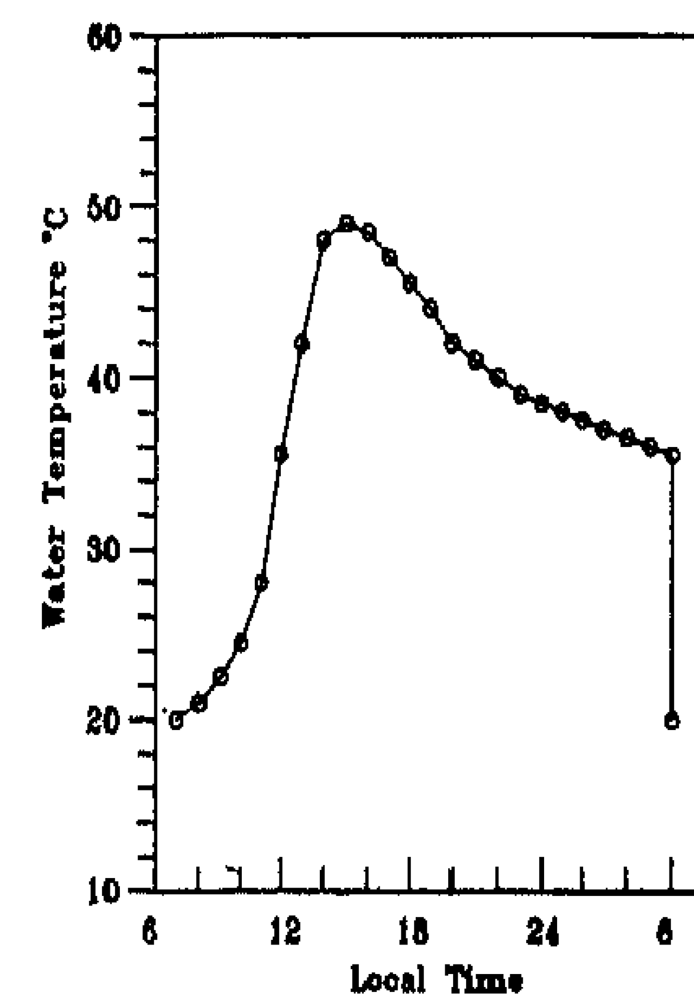



Fig. 17 Hourly water temperature variation at no load and complete discharge at sunrise of the second day

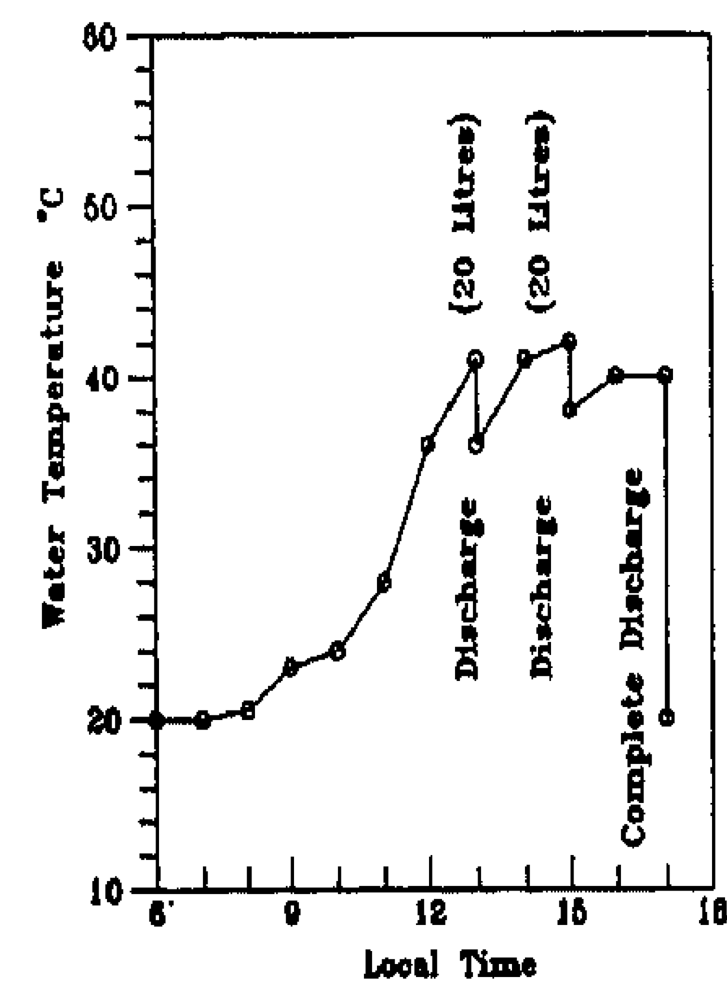



Fig. 18- Hourly water temperature variation at no load and complete discharge at sunset

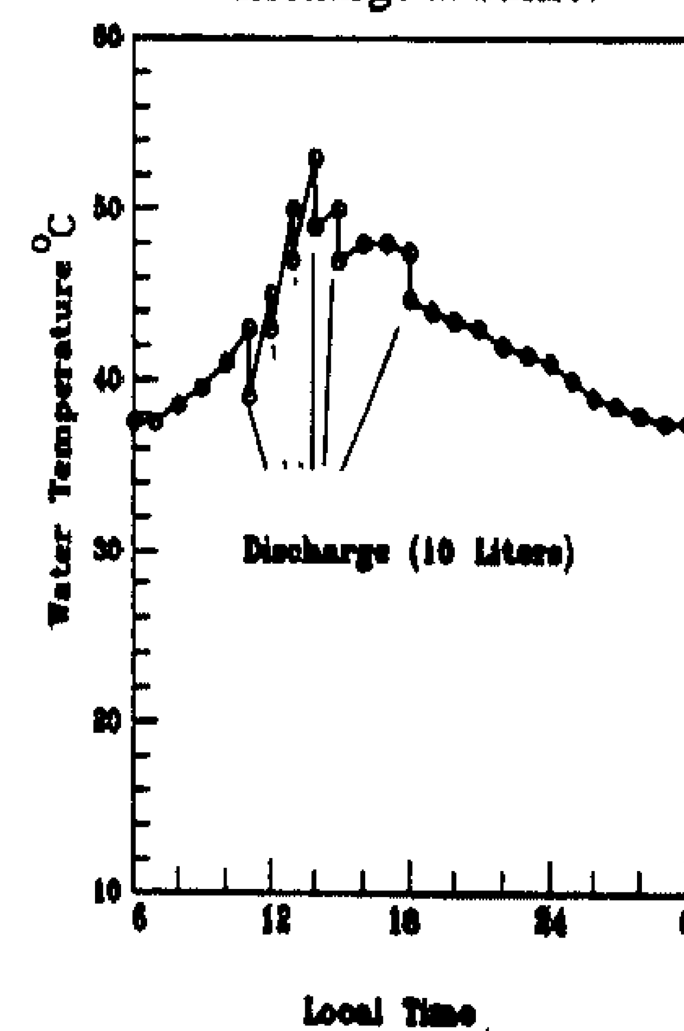



Fig. 19- Hourly water temperature variation at no load after a warming-up period of two days

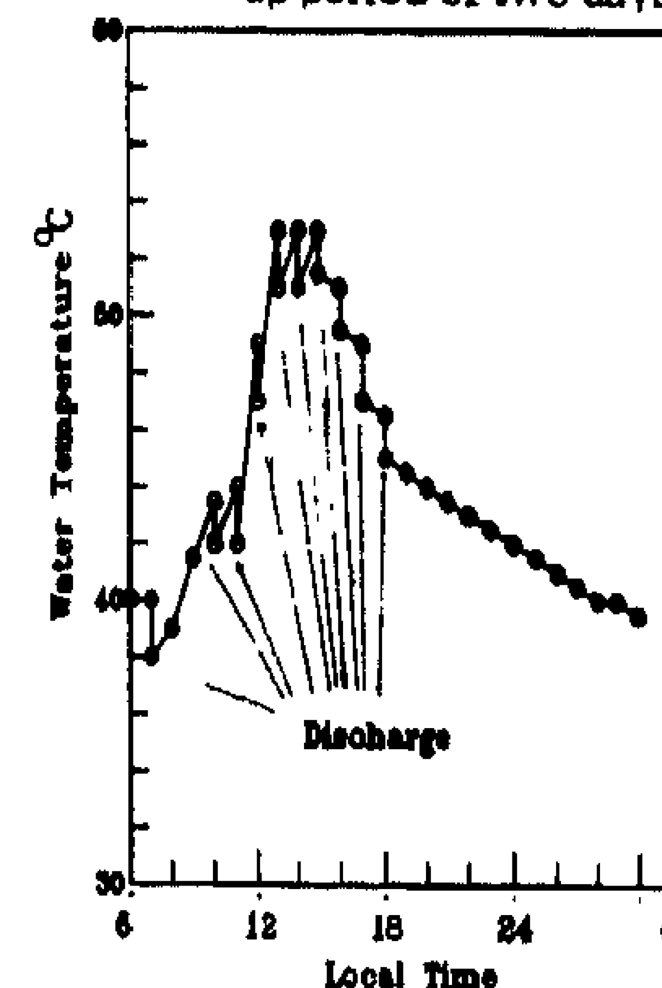
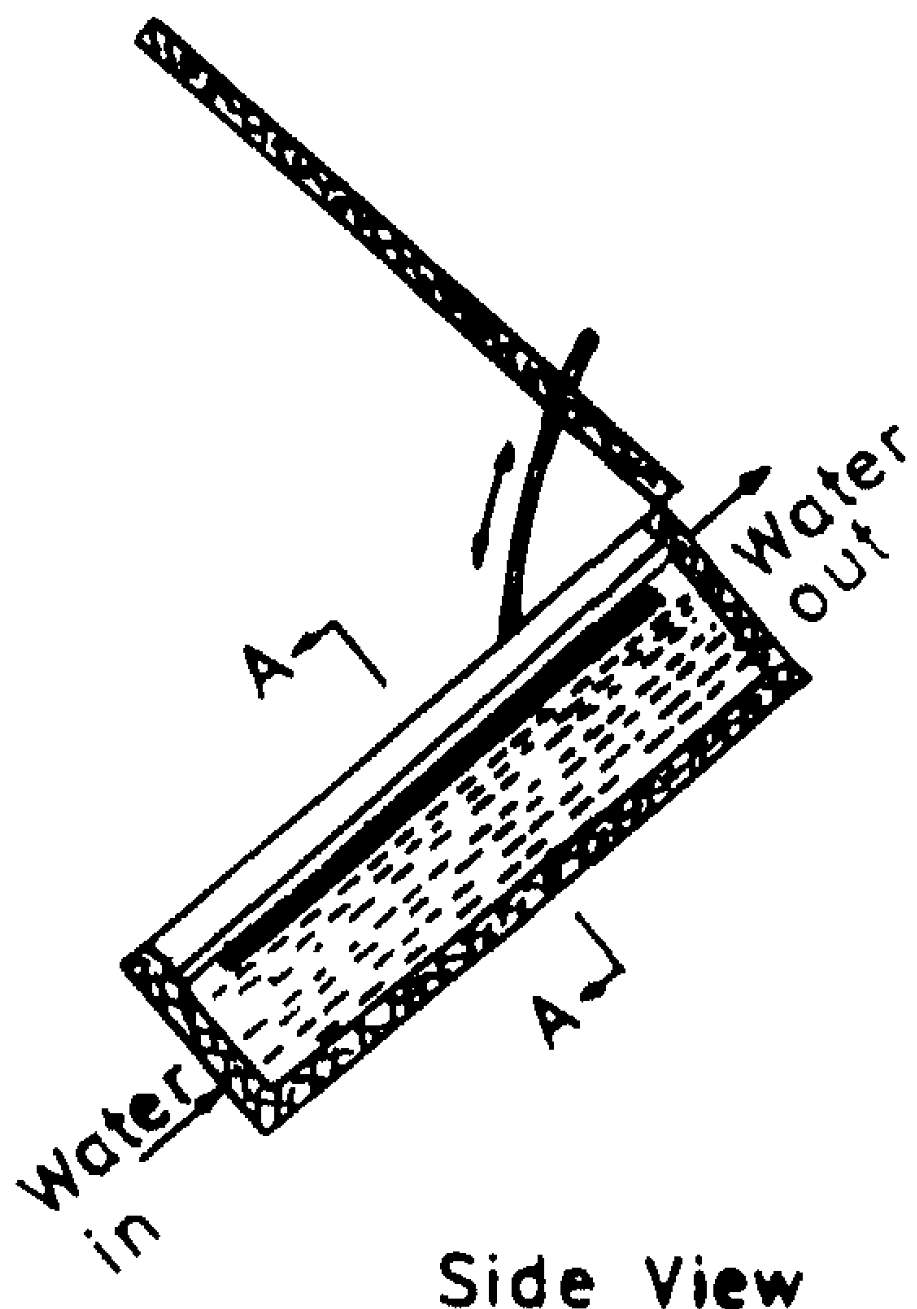



Fig. 20- Hourly water temperature variation at load condition after 3 days of a warming-up



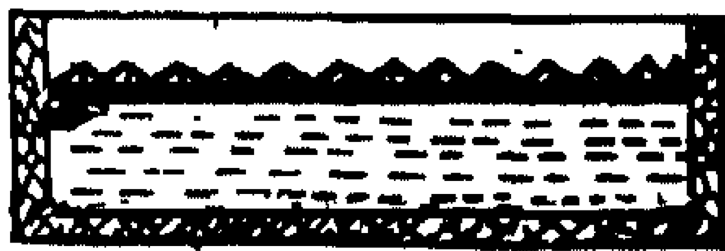




Fig. 9- Modified heater

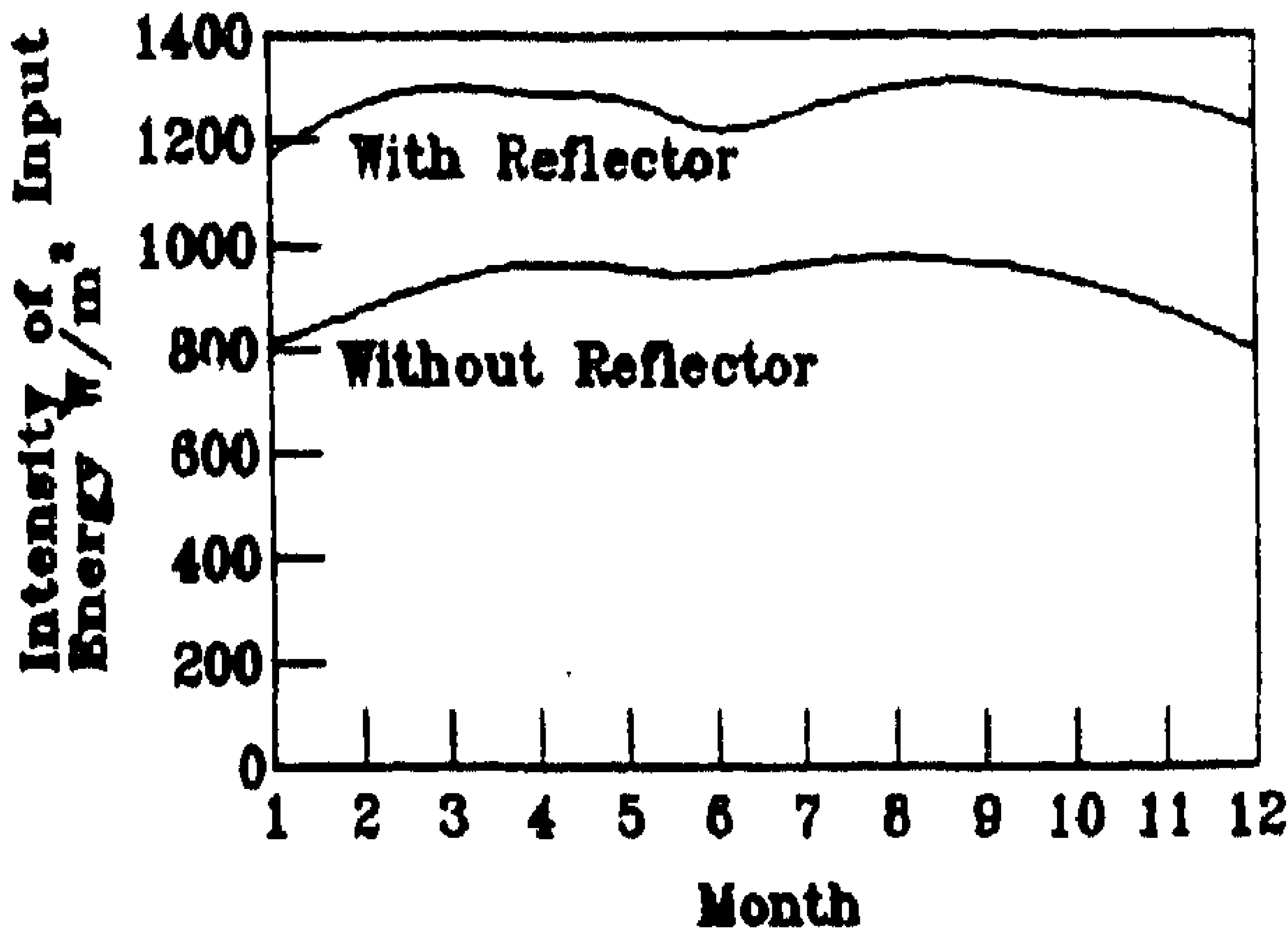



Fig. 10- Intensity of solar radiation incidence on the heater with and without the reflector

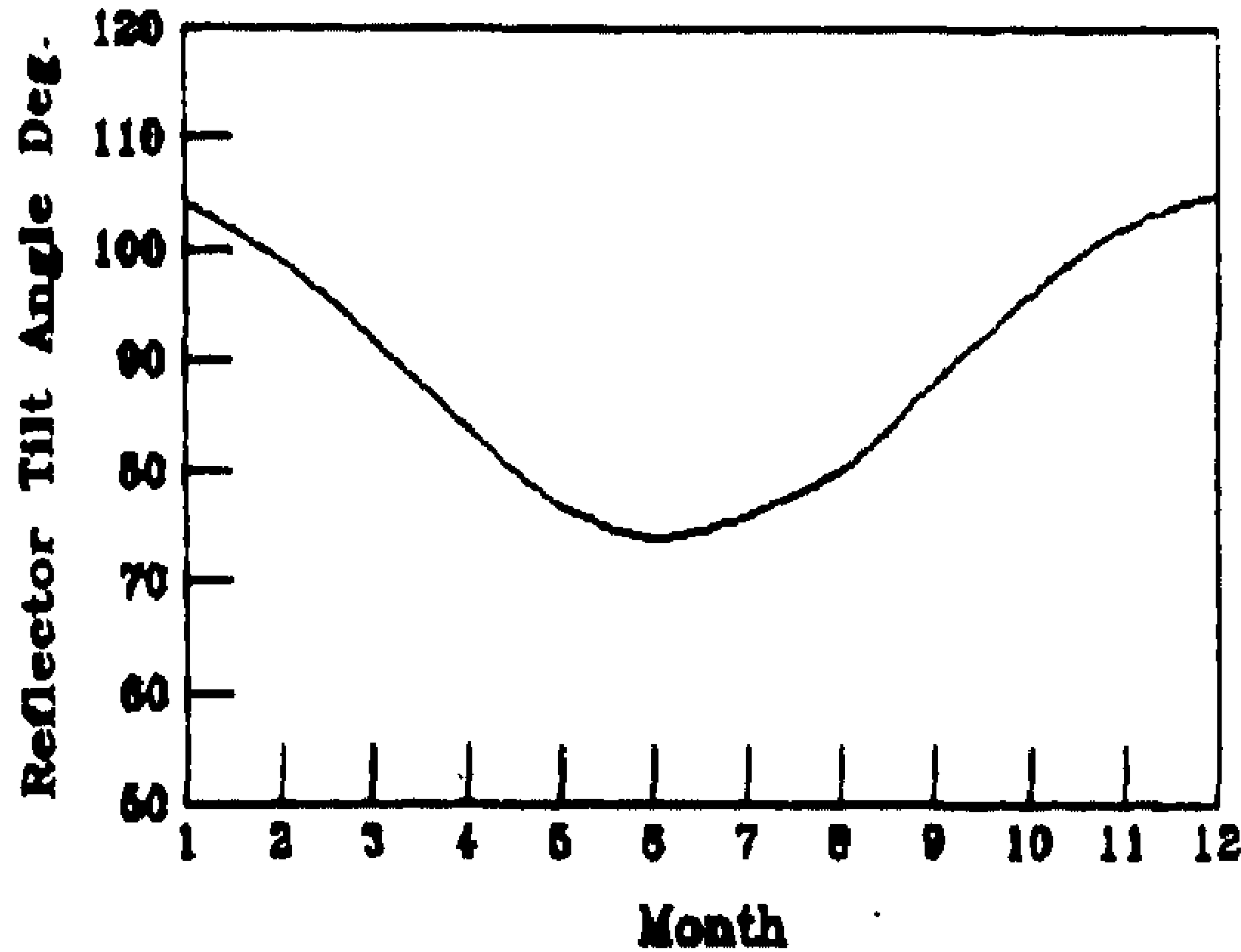



Fig. 11- Monthly optimum tilt angle of the reflector

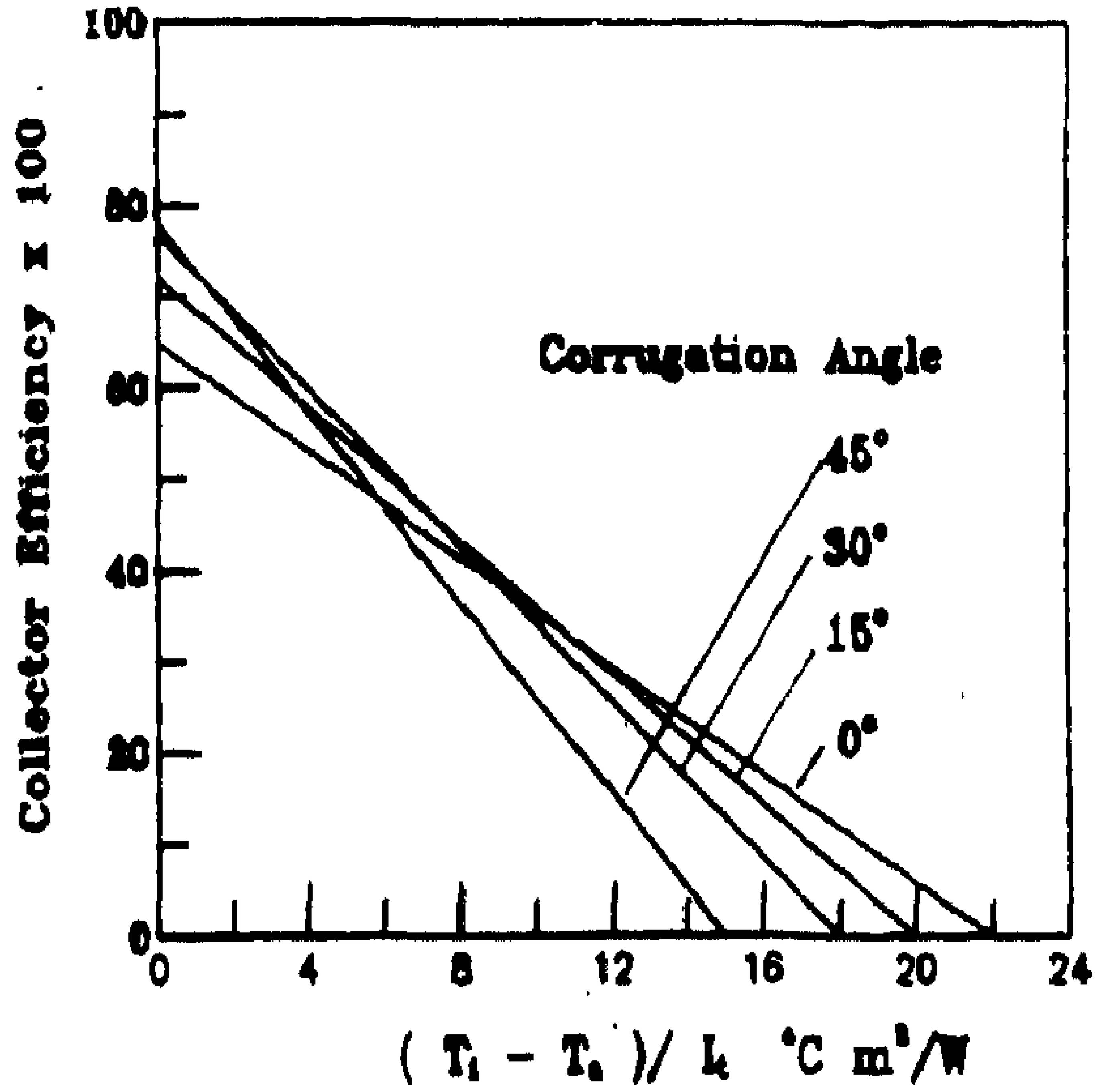



Fig. 12- Effect of absorber corrugation angle on the collector efficiency

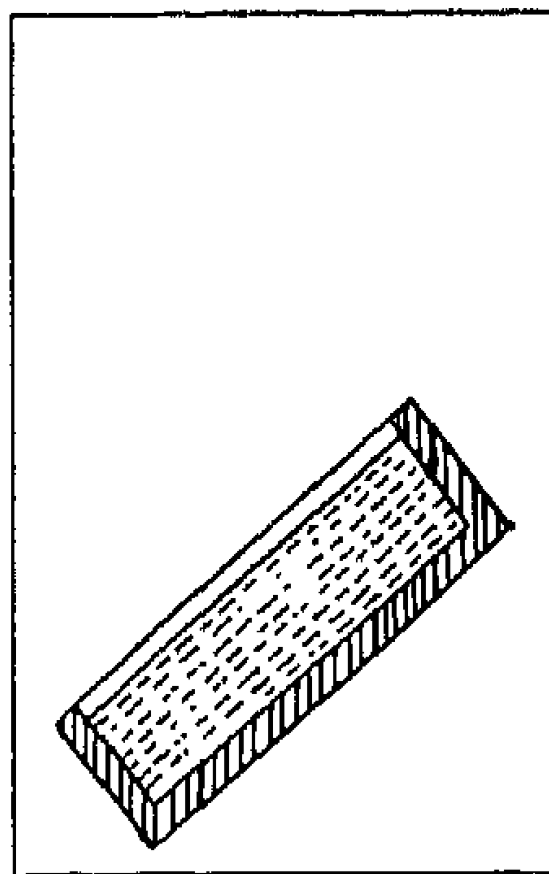


Fig. 1- Single glazed previous heater model (1)

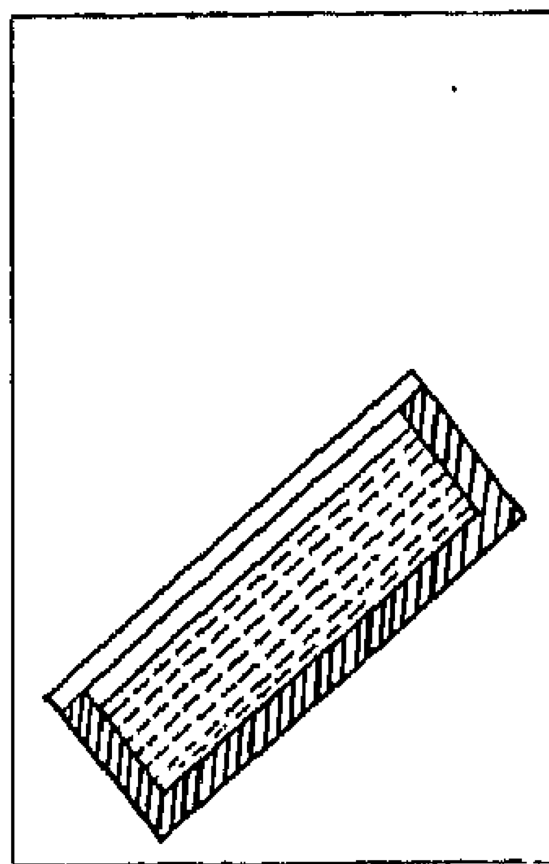


Fig. 2- Double glazed previous heater model (2)

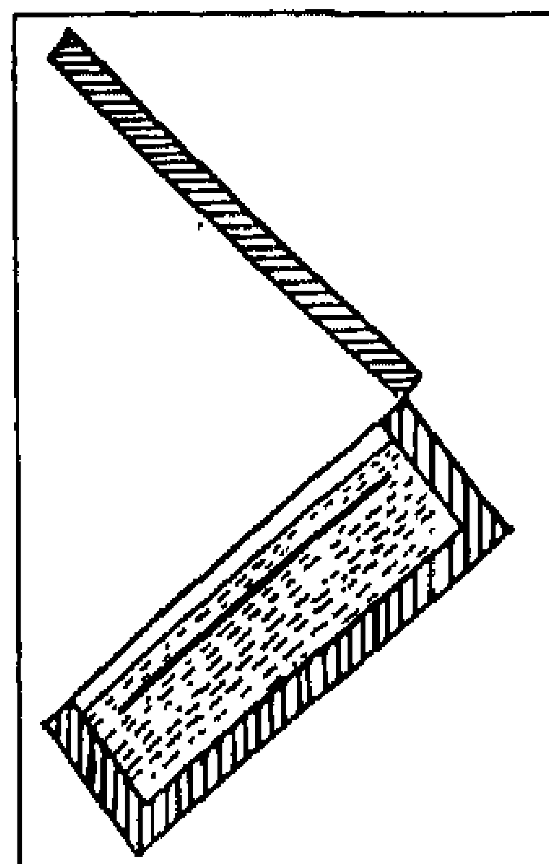


Fig. 3- Single glazed modified heater model (3)

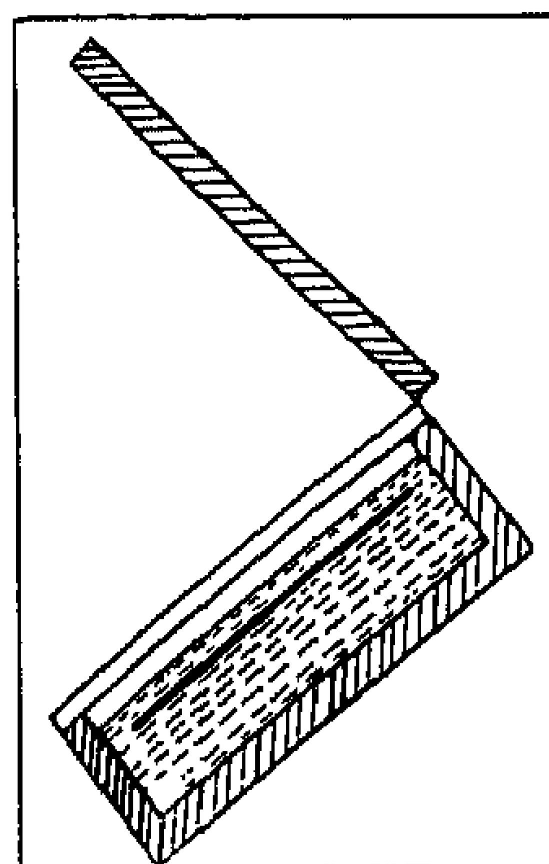


Fig. 4- Double glazed modified heater model (4)

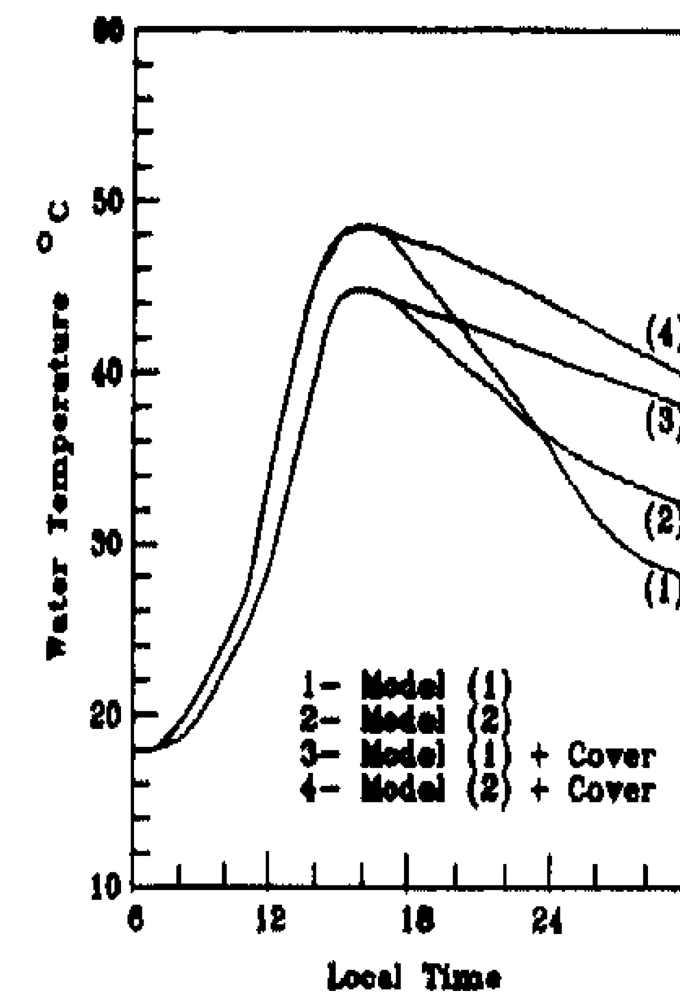



Fig. 5- Hourly temperature variation of models (1) & (2)

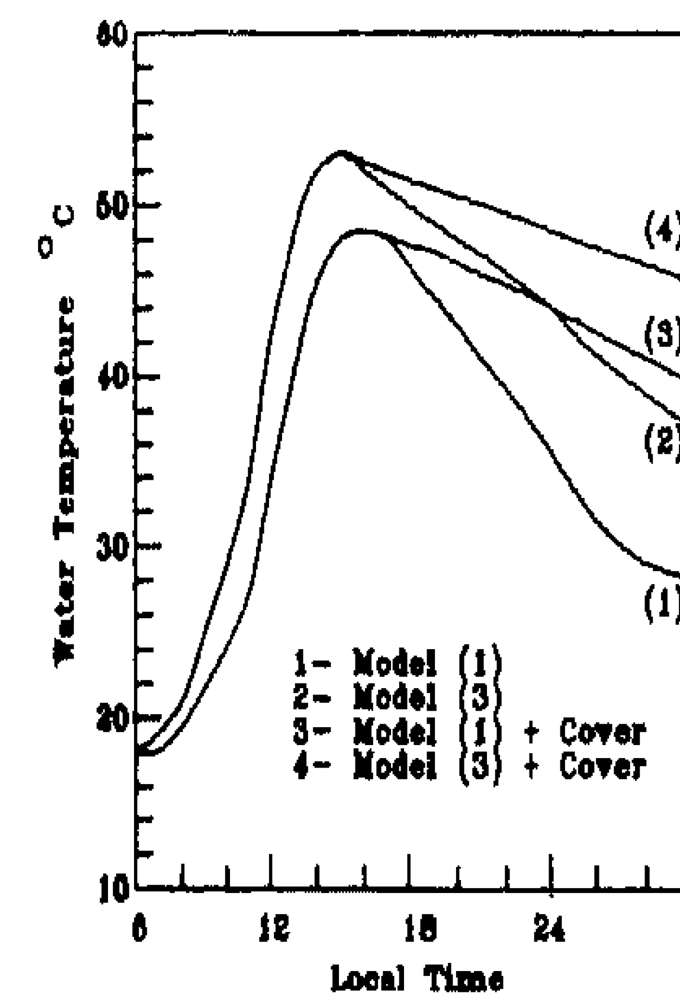



Fig. 6- Hourly temperature variation of models (1) & (3)

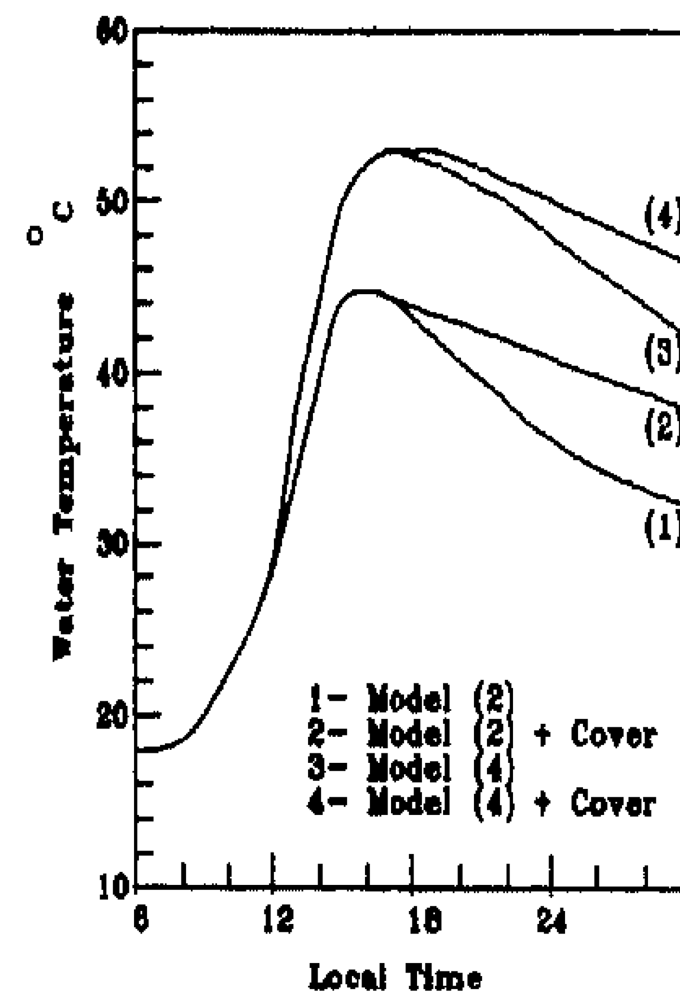



Fig. 7- Hourly temperature variation of models (2) & (4)

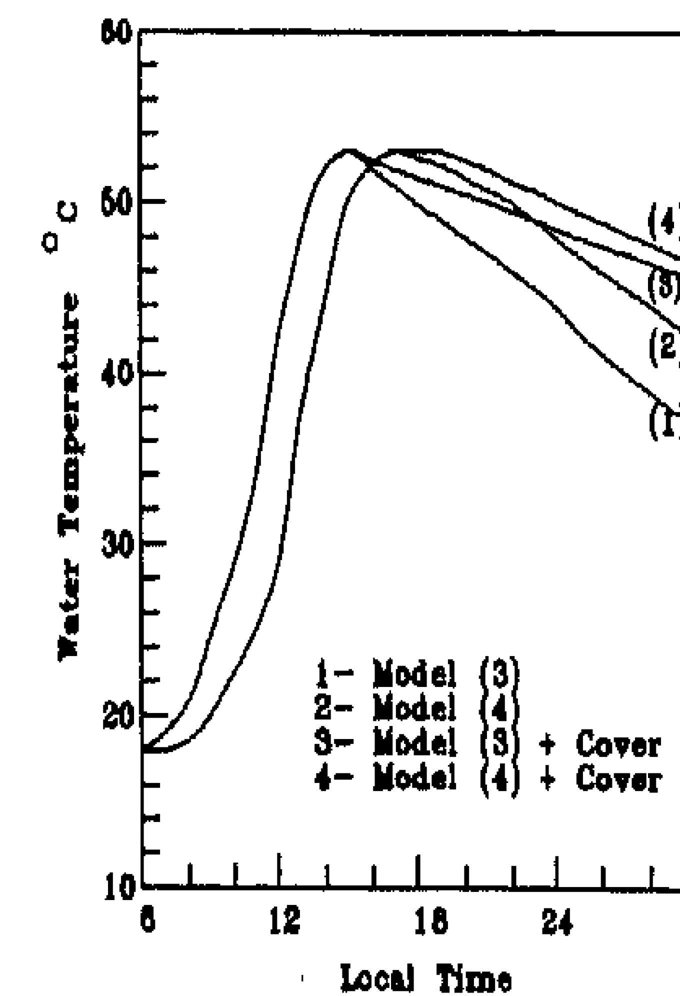



Fig. 8- Hourly temperature variation of models (3) & (4)

temperature in two successive days will be small, i.e. the system will be near from the stagnation condition. The test is carried out without the use of either the reflector or the night cover .

2 -This test is repeated twice , once with the reflector only and once with both of the reflector and the night cover .

3 - The heater with its reflector is exposed to solar radiation during the sunshine period of one day and completely discharged just after sunset. The same procedures of the last tests are carried out.

4 - The last test is carried out but the heater is discharged just before the sunshine of the second day while it is covered during the period from sunset of the first day to sunrise of the second day .

It must be noted that the initial conditions of all of the last tests are the same . These test results are shown in Figs. (13-17 )

**Load Tests**

The following load tests are carried out :

1- The same starting procedures of the no load test are conducted . After reaching a temperature of 40 °C , 20 liters are discharged. The heater discharge closed until a temperature of 40 °C is reached again, then another 20 liters are discharged . The heater is closed again until the sunset, then the heater is completely discharged .

2 - The heater is started as mentioned before . It is left without discharging for two days . During this period the heater is covered from the sunset to the sunrise of the second day . During the Third day , the last discharging procedures are executed except that no complete discharge is executed at the sunset .

3- The same procedures of the last test are executed but after three days of warming -up period instead of two days .

The results of these tests are shown in Figs. ( 18-20).

## ANALYSIS OF TEST RESULTS

From the test results of the no load test shown in Fig. (13-17) it can be seen that :

1 -Fig. (13) shows that , when the modified heater is subjected to solar radiation , without using either the reflector or the night cover , for more than three days, under no load condition , the following remarks are noticed :

* The rate of the increase of the temperature decreases with the number of the days during which the heater is exposed to solar radiation .

* Four days are sufficient for warming-up the heater to a temperature of 56°C . The corresponding value at the third day is 54°C, while that at the second and first days is 50.5°C and 46°C respectively .

2 - The use of the reflector only without the use of the night cover reduces the warming-up period from four days to three days as shown in Fig. (14).

A maximum temperature of 57.5 °C is reached at the third day.

3 - The use of both the reflector and the night cover reduces this period to two days only as shown in Fig. (15). The maximum temperature in this case is 58.5 °C at 1.00 p.m. of the third day .

4- The complete discharge of the modified heater with its reflector, at the sunset of the first day showed that 100 liters of water at 46 °C can be obtained as shown from Fig. (16). The measured input energy during the test day was 22.9 MJ/m$^2$. This means that the heater efficiency during the day time only is 47.5% .

5- The Complete discharge of the modified heater with the reflector and the night cover at the sunrise of the second day represented in Fig.(17) showed that 100 liters of water at 36 °C can be obtained . This means that the over-all efficiency of the heater is reduced to 29.2% due to the night losses .

6 - The intermittent discharge during the day time shown in Fig. (18) results in increasing the day time efficiency from 47.5% to 52.2% . This is due to the decrease of the absorber temperature, during the discharging process, which results in a decrease of the thermal losses.

7 - From Fig. (19) it can be seen that , after two days of warming-up period the intermittent discharge of 60 liters per day results in obtaining the same hourly temperatures at successive days . This means that the stored energy during the warming-up period will minimize the decrease of the stored water temperature during the successive days .

8 - From Fig. (20) if the warming-up period is increased to three days , an intermittent discharge of 100 liters per day at a temperature equal to or higher than 40 °C can be obtained . This condition can be continuously attained unless the heater is discharged after the sunset.

load condition , is as follows:

| Model | Max.Temp °C | Time (p.m.) |
|---|---|---|
| (1) | 48 | 2 |
| (2) | 44.5 | 2 |
| (3) | 53.5 | 4 |
| (4) | 53.5 | 2 |

2- Water temperature just before sunshine of the second day without discharging water, is as follows:

| Model | Without Night Cover | With Night Cover |
|---|---|---|
| | °C | °C |
| (1) | 33 | 40 |
| (2) | 29 | 38 |
| (3) | 42 | 46 |
| (4) | 36 | 45 |

3 - The theoretical overall efficiency at no load conditions is as follows :

| Model | Without Night Cover | With Night Cover |
|---|---|---|
| (1) | 36% | 46% |
| (2) | 27% | 42% |
| (3) | 43% | 56% |
| (4) | 50% | 59% |

**From the last theoretical analysis it can be concluded that :**

1 - For such type of solar heater , double glazing has a negative effect on the performance . This is due to the small difference between the absorber plate and the ambient temperatures while the positive effect of the double glazing can be only obtained at high temperature difference . .

2 - The insertion of an insulating baffle plate results in a considerable increase of the heater efficiency . This is due to the decrease of the convection losses and the improvement of water natural circulation as mentioned before.

3 - The use of night cover results in a sharp decrease of the night losses and consequently the over-all efficiency is increased .

It must be noticed that during the theoretical comparison between the different models , the effect of the corrugated absorber and the solar reflector are not considered . These effects will be experimentally evaluated.

## DESCRIPTION OF MODIFIED HEATER

It was shown from the theoretical analysis that a considerable improvement of the heater performance can be obtained by the use of a baffle plate and a night cover . A heater with all of the proposed modifications is designed and constructed as shown in Fig.(9). The night cover is made of fiber glass casing filled with soft fiber glass of thickness of 70 mm . Its inner surface , facing the glass cover , is lined with aluminum foil of high reflectivity ( about 0.8) . It is equipped with a rack for the adjustment of its tilt angle during different months . The energy input to the absorber with and without the reflector and the optimum tilt angle at different months are calculated and represented in Figs. (10) and (11) receptively[8] . An insulating baffle plate made of hard fiber glass thickness of 10 mm is inserted under the corrugated absorber plate which is made of a corrugated GI of a thickness of 1 mm. The effect of the absorber plate corrugation on the collector efficiency under climatic conditions of Cairo is shown in Fig. (12)[7] . The walls of the tank are made of GI of a thickness of 1.2 mm. The heater is glazed with a normal glass of a thickness of 4mm and externally insulated with fiber glass of a thickness of 70 mm .

A set of thermocouples are inserted inside the tank as shown in Fig (9) and connected to a Philips multi-channel recorder . Solar radiation is measured and recorded by means of a solar sensor Dp - 100 connected to Dp Solar Recorder .

It was mentioned in the introduction that this type of heaters is suitable to be used in certain areas but due to that the experimental work in this paper is conducted in Cairo , hence, Figs. (10,11&12 ) are constructed according to the climatic conditions of Cairo .

## EXPERIMENTAL PROCEDURES AND TEST RESULTS

Two sets of experiments are conducted to evaluate the performance of the modified heater as follows :

### No Load Tests

The following no load tests are carried out :

1 -The heater is filled with tap water before sunshine and exposed to solar radiation for several successive days without discharging water . This procedure is continued until the difference between the maximum

the system rigidity of the corrugated absorber is more rigid than the flat ones .

* An insulating baffle plate is inserted between water and the absorber which results in the enhancement of the thermosyphon circulation inside the tank .This is due to the presence of the V-troughs between the corrugated absorber and the baffle plate. From another point of view it has the advantage of decreasing the thermal losses specially during the night.

* A night insulating cover is used to minimize the sever night losses of this type of heaters.

* The inside surface of the night cover is lined with reflecting material to be used as a solar reflector during day time. This will result in considerable increase of the incident solar energy on the absorber[8].

The proposed system of rectangular shape is theoretically analyzed , designed , constructed, and experimentally investigated.

Some of the previously studied models with single and double glazing are shown in Figs. (1&2 ) . The proposed modified type with single and double glazing are presented in Figs (3&4). A theoretical analysis is carried out using a mathematical model for the energy balance of the different components of each type .

For the case of model (1) , shown in Fig (1), The energy balance equations during the heating phase , are written in the following form :

$$[M.C.(dt/d\theta)]_g = \alpha_g I + hc_{a,g}.(t_a - t_g) + hr_{p,g}.(t_p - t_g) - hc_{g,a}.(t_g . t_a) - hr_{g,p}.(t_g - t_p) \quad [1]$$

$$[M.C.(dt/d\theta)]_p = \tau_g.\alpha_p.I - hc_{p,s}.(t_p - t_s) - hr_{p,g}.(t_p - t_g) - hc_{p,w}.(t_p - t_w) \quad [2]$$

$$[M.C.(dt/d\theta)]_w = hc_{pw}.(t_p - t_w) - \{1/[(1/hc_{w,i}) + (\delta/K)_i]\}.(t_w - t_a) \quad [3]$$

For model (2) the same principles are used by considering the energy balance in the case of double glazing .

The same principles are also used for the energy balance during night in the cases of either the uncovered or the covered heaters .

The energy balance equations during the heating phase of the modified model (3) , shown in Fig. (3) , are written in the following form :

$$[M.C.(dt/d\theta)]_g = \alpha_g I + hc_{a,g}.(t_a - t_g) + hr_{p,g}.(t_p - t_g) - hc_{g,a}.(t_g . t_a) - hr_{g,p}.(t_g - t_p) \quad [4]$$

$$[M.C.(dt/d\theta)]_p = \tau_g.\alpha_p.I - hc_{p,s}.(t_p - t_s) - hr_{p,g}.(t_p - t_g) - hc_{p,w1}.(t_p - t_{w1}) \quad [5]$$

$$[M.C.(dt/d\theta)]_{w1} = hc_{p,w1}.(t_p - t_{w1}) - (K/\delta)_b.(t_{w1} - t_{w2}).(1-R) - hc_{w1,w2}.(t_{w1} - t_{w2}).R \quad [6]$$

$$[M.C.(dt/d\theta)]_{w2} = hc_{w1,w2}.(t_{w1} - t_{w2}).R - \{1/[(1/hc_{w2,i}) + (\delta/K)_i]\}.(t_{w1} - t_a) - (K/\delta)_b.(t_{w1} - t_{w2}).(1-R) \quad [7]$$

where $R = A / A'$

For the case of Model (4) which is of double glazed as shown in Fig. (4) , and for the case of the night losses of the covered and uncovered heaters , the same principles are also used by considering the effect of the double glazing and the night cover .

The equations of the different models are numerically solved under the climatic conditions of Hyrghada , Sidi-Barani , Abu-Rudies in Egypt during winter season. Those locations are the most suitable areas for the use of such type of heaters .

The obtained results are represented graphically in Figs. (5-8) for the different previous models each of a capacity of 100 liters at no load condition . The rectangular aperture area is one square meter while the storage depth is 0,1 m . This depth is recommended by the previous researchers. [1,2&3] In the mentioned locations, the average daily solar energy input to a plate tilted with an angle equal to the latitude of the location, in winter season, is about 20 MJ / $m^2$/ day. The average ambient temperature is 15 - 20 °C while that of the tap water temperature is 18 - 20 °.

**From these results it can be seen that :**

1 - Maximum value of water temperature , during day time , and the time at which it can be obtained at , no

# THEORETICAL ANALYSIS AND EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF A MODIFIED COMPACT SOLAR WATER HEATER

By
W.H.Tadros*

## ABSTRACT

A simple and compact solar water heater is modified, theoretically analyzed, constructed and experimentally evaluated. The modifications comprise the use of a corrugated absorber, insertion of a baffle plate in addition to the use of a night insulating cover. This cover is also used as a solar reflector during day time. The corrugated absorber and the reflector increase the input energy to the heater absorber. The baffle plate and the night cover decrease the thermal losses. As a result an efficient solar water heater is presented .

Adequate amount of hot water at a temperature of 50 - 57 ° C can be easily obtained in winter season. The test results of the modified heater showed better performance than that given in the literature. The design features of this modified heater permit the portability and the simplicity of manufacturing and erection .

The modified heater is suitable to be used when hot water is required during a part of the day and not required allover the year such as camping requirements.

## INTRODUCTION

Conventional domestic solar water heater of a separate collector and a storage tank is widely used. It has been theoretically and experimentally investigated by many researchers to a great extent . Although it is of relatively high performance , it suffers from low solar fraction and high thermal losses in winter . This is due to the low level of solar radiation and the big difference between the absorber and the ambient temperatures during this season .

In some areas such as tourism zones and villages , summer beaches and camping areas, hot water of moderate temperature and low intermittent daily consumption is needed. In these areas , water heaters may be only used for few months during the year . In this case the conventional solar heaters will be of lower cost effectiveness and the use of a built-in storage solar water heater will be more economically feasible .

Compact solar water heaters of built-in-storage type of different configurations have been proposed and investigated by some researchers[1-5] . Those types of solar water heaters have the advantages of low manufacturing cost and small thermal losses during the day time . The drawback of those heaters is the large night losses . As a result it was recommended that hot water required from that type of heaters should be discharged during the period from the noon time tothe sunset .

* National Research Centre , Solar Energy Department,Dokki , Cairo , Egypt

In this paper some modifications are carried out on a model of a built-in storage solar water heater . The main object of these modifications is to improve the system performance during heating phase and to minimize the night losses . It is taken into consideration that the modifications can be executed with minimum increase of the manufacturing cost . The system is theoretically analyzed and experimentally evaluated .

## THEORETICAL ANALYSIS

The modified system is of box type similar to that studied by Hamdan & Jubran [1] and Avram [2] shown in Figs. (1-2) with some modifications . The proposed modifications are as follows :

* The top of the tank which functions as an absorber is made of corrugated sheet instead of the flat ones used in the previous heaters. The use of such absorber results in an increase of the transferred energy to water due to the increase of the contact area between water and the absorber. In addition to that , the corrugated absorber receives more solar energy than that received by flat ones[6&7]. On the other hand ,

Table 1- Effect of increasing wind turbine rated power on system NPV and percentage of $CO_2$ reduction

| Diesel Power (kW) | Battery Capacity (Ah) | Wind Power (kW) | Shortage (%) | NPV (10^4*L.E.) | $CO_2$ (kg) | $\Delta CO_2$ (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 60 | 200 | 0 | 0 | 70.4 | 306832 | 0 |
| 55 | 200 | 10 | 0.1 | 73.3 | 281444 | 8 |
| 55 | 200 | 20 | 0 | 74.8 | 256778 | 16 |
| 55 | 200 | 30 | 0 | 79.3 | 231317 | 25 |
| 55 | 200 | 40 | 0 | 77.4 | 206183 | 33 |
| 50 | 200 | 50 | 0 | 78.3 | 189586 | 38 |
| 50 | 200 | 60 | 0 | 77.5 | 172666 | 44 |
| 50 | 200 | 70 | 0 | 75.1 | 159903 | 48 |

Table 2- Effect of increasing photovoltaic power on system NPV and percentage of $CO_2$ reduction

| Diesel Power (kW) | Battery Capacity (Ah) | PV-Power (kW) | Shortage (%) | NPV (10^4*L.E.) | $CO_2$ (kg) | $\Delta CO_2$ (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 55 | 200 | 10 | 0 | 52.2 | 288756 | 6 |
| 55 | 200 | 20 | 0 | 37.3 | 273146 | 11 |
| 55 | 200 | 30 | 0 | 21.2 | 251591 | 18 |
| 55 | 200 | 40 | 0 | 3.8 | 233797 | 24 |

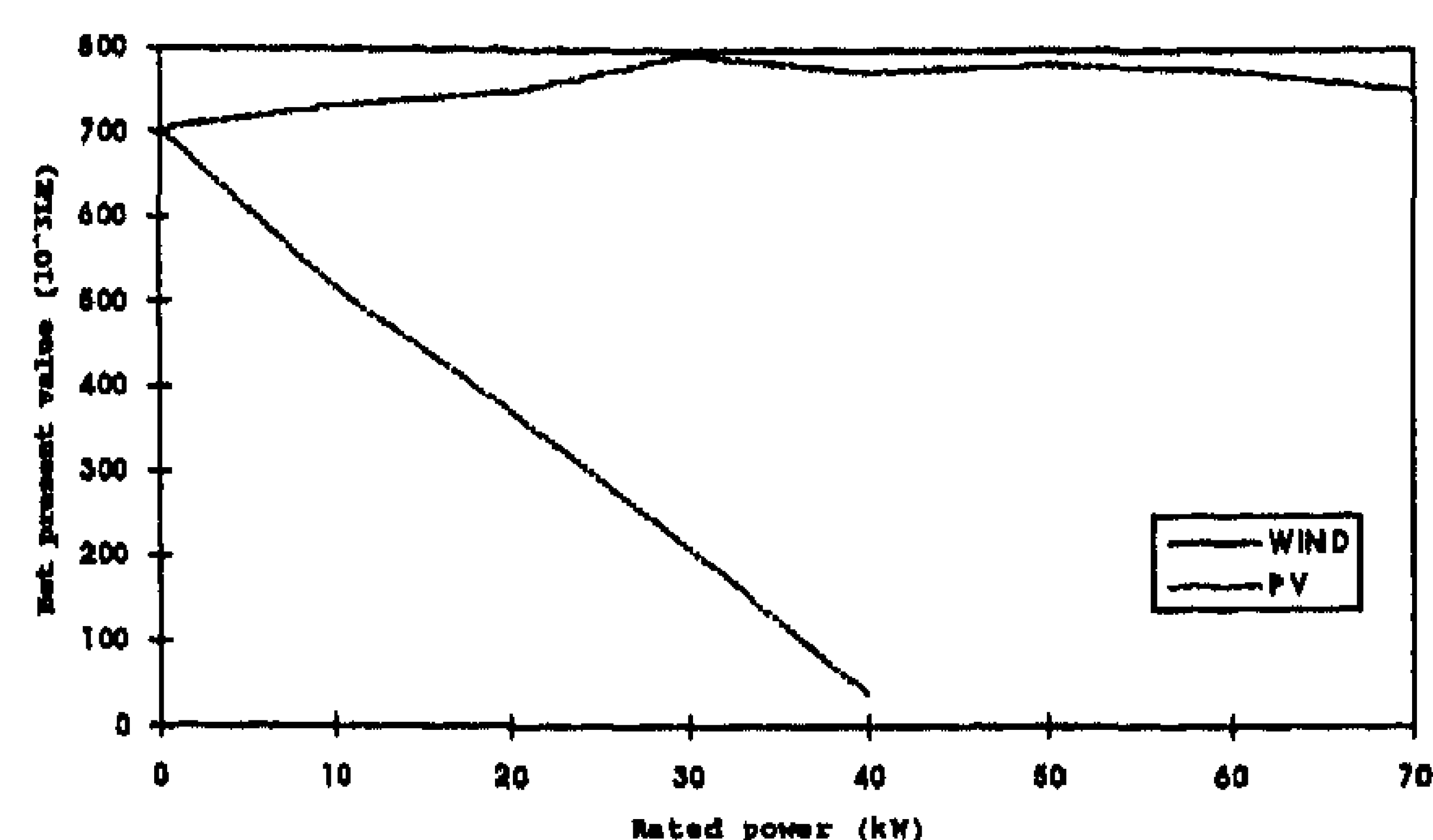



Fig. 3. Effect of increasing wind turbine and photovoltaic power on the system NPV

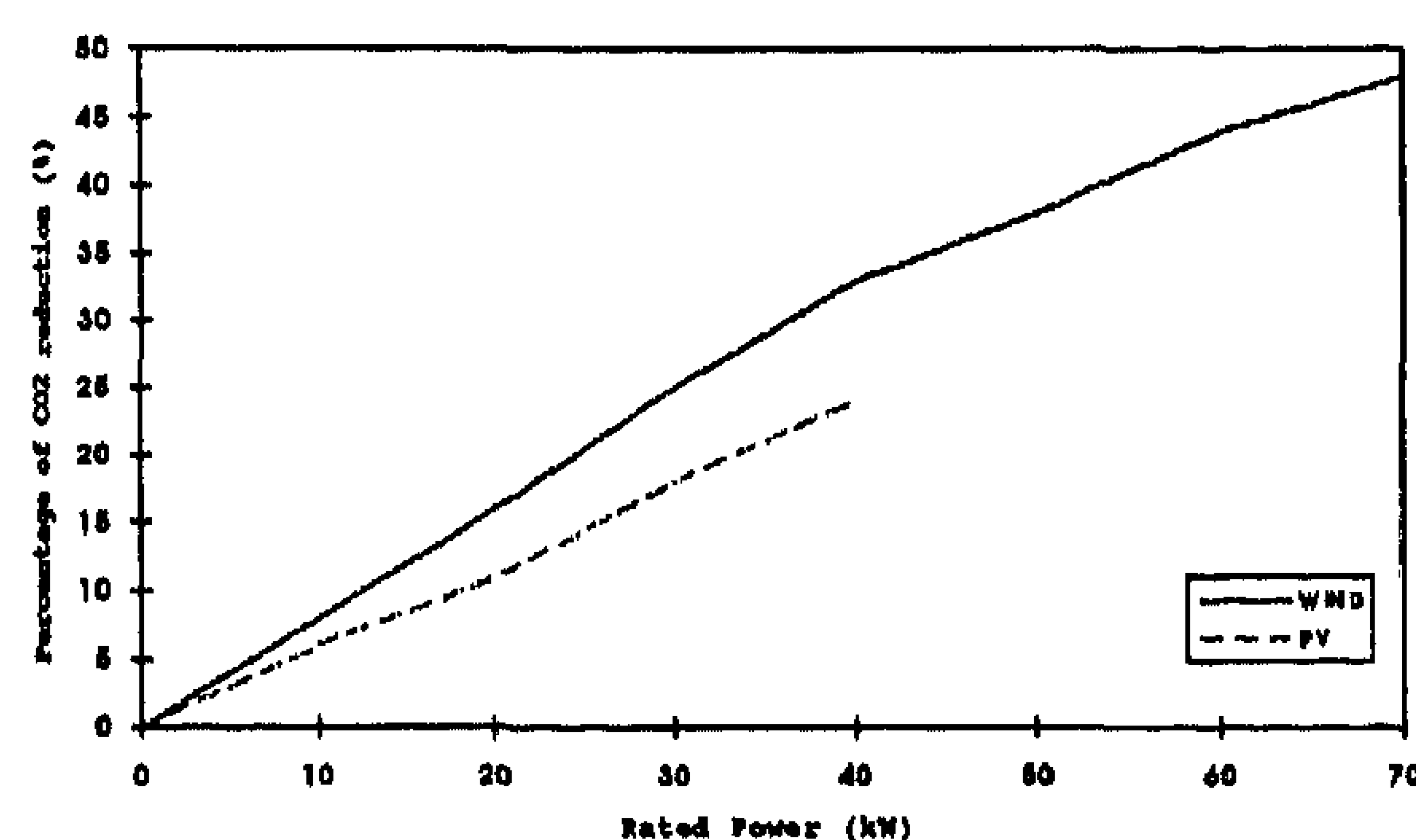



Fig. 4. Effect of increasing wind turbine and photovoltaic power on the the percentage of $CO_2$ reduction

## *REFERENCES*


*[1] Jain, R. K., Urban, L. V., Staccey, G. S. and Balbach, H. E., "Environmental Assessment", McGraw-Hill, Inc,(1993).*

*[2] Walley, J., and Wigle, R.;" The Effects of Alternative Policy Approaches", The Energy Journal, Vol.12, No.1 pp.109-124, (1991).*

*[3] Manne A.S. Richels R.G., " The Cost of Reducing U.S. $CO_2$ Emissions-Further Sensitivity Analysis." The Energy Journal, Vol.11, No.4, pp.69-78, (1990).*

*[4] Hogan W.W. " Comments on Manne and Richels:$Co_2$ Emission Limits:An Economic Analysis for The USA". The Energy Journal, Vol.11, No.2, pp.75-85, (1990).*

*[5] Williams R.H. "Low-Cost Strategies for Coping With $CO_2$ Emission Limits." The Energy Journal,Vol.11 No.4 pp.35-59,(1990).*

*[6] Hohmeyer O. " Renewables and the Full Costs of Energy", Energy Policy, April, pp. 365-374, (1992).*

*[7] Abdel-Fattah A.I. ," Theory of Combustion Engine ", Second Edition, Dar El-Maaref, Cairo, Egypt, (1986). (Arabic).*

*[8] Duffi J.A., Beckman W.A.," Solar Engineering of Thermal Processes", Second Edition, Wiley Interscience, New York, (1991).*

*[9] El-Mallah, A.A., Shalaby, M.A., Badr, M.A.," A Model to Estimate Wind Power at Selected Sites in Egypt", J. of The Egyptian Society of Engineers, Vol. 27 No.2, pp. 73-82, (1988).*

emitted is represented by the percentage of $CO_2$ reduction which is defined as:

$$\%CO_2 = \frac{CO_2 \text{ emitted of w/s/d/b} - CO_2 \text{ emitted of diesel only}}{CO_2 \text{ emitted of diesel only}} \times 100$$

The economical data used in the calculation is as follows:

-Fuel price is 0.4 LE/lit, with an escalation rate of 10% .

-Discount rate 10% .

-Land, construction and control unit assumed cost 90000 LE.

-Electricity price 0.25 LE/kWh, with an escalation rate of 10% .

-Purchase price of energy generators:

| | | |
|---|---|---|
| Wind turbine | 4000 | LE/kWh installed |
| Photovoltaic | 16500 | LE/kWh installed. |
| Diesel engine | 1065 | LE/kWh |
| Storage battery | 3 | LE/Ah ( 2 volts cell). |

## SIMULATION EXPERIMENTATION AND RESULTS

Using different diesel engine, wind turbine, photovoltaic rated power, and two values for the battery capacity, a set of preliminary simulation experiments (each of three replicates) are performed on a PC-486 computer to define the feasible range. Percentage of shortage hours (defined as number of shortage hours/ number of hours per year) is calculated to evaluate the feasibility of the experimented system configuration. Figure 1 illustrates the relation between the system NPV and the amount of $CO_2$ emitted for different W/D/S/B system configurations. The results of these experiments show two sets of points. The first set represents W/D/B system where wind turbine rated power ranges between 20 and 70 kW, diesel engine power in the range of 50 to 70 and battery capacity of 100 and 200 Ah. The second set of points represents system with photovoltaic contribution within the range 20 to 40 kW. Figure 2 shows the relation of NPV of the same experimented system configurations and other emitted pollutants (CO, CH, and NOx)

Proceeding from the preliminary stage, two groups of experiments are conducted. The first represents the introduction of wind turbine with different rated power into a diesel-battery system, providing that percentage shortage is at minimum permissible limit (table 1). Second set of experiments is performed to study the effect of combining photovoltaic arrays instead of wind turbine (table 2). Figure 3 exhibits the effect of introducing wind turbine and photovoltaic arrays in the diesel system on NPV, while Figure 4 shows the effect of their combination into the diesel engine on the percentage of $CO_2$ reduction.

## DISCUSSION AND CONCLUSION

It is a well known fact using renewable energy sources is an effective way to reduce the pollutants emitted from fuel burned in energy generators. From figure 2 it is shown that wind/diesel systems are the most suitable integrated systems to support an electrical load increasing system NPV while decreasing $CO_2$ emitted as:

- Optimum NPV detected is that reached for a wind to diesel power ratio of 0.55.
- A 50% $CO_2$ reduction could be reached without reducing the NPV of the W/D/B/ system than that of diesel generator alone.

Although the combination of photovoltaic generators with a diesel battery system causes a dramatic decrease in the NPV, figure 2, there is a chance of fair evaluation if the gross social benefits of electricity generated are added.

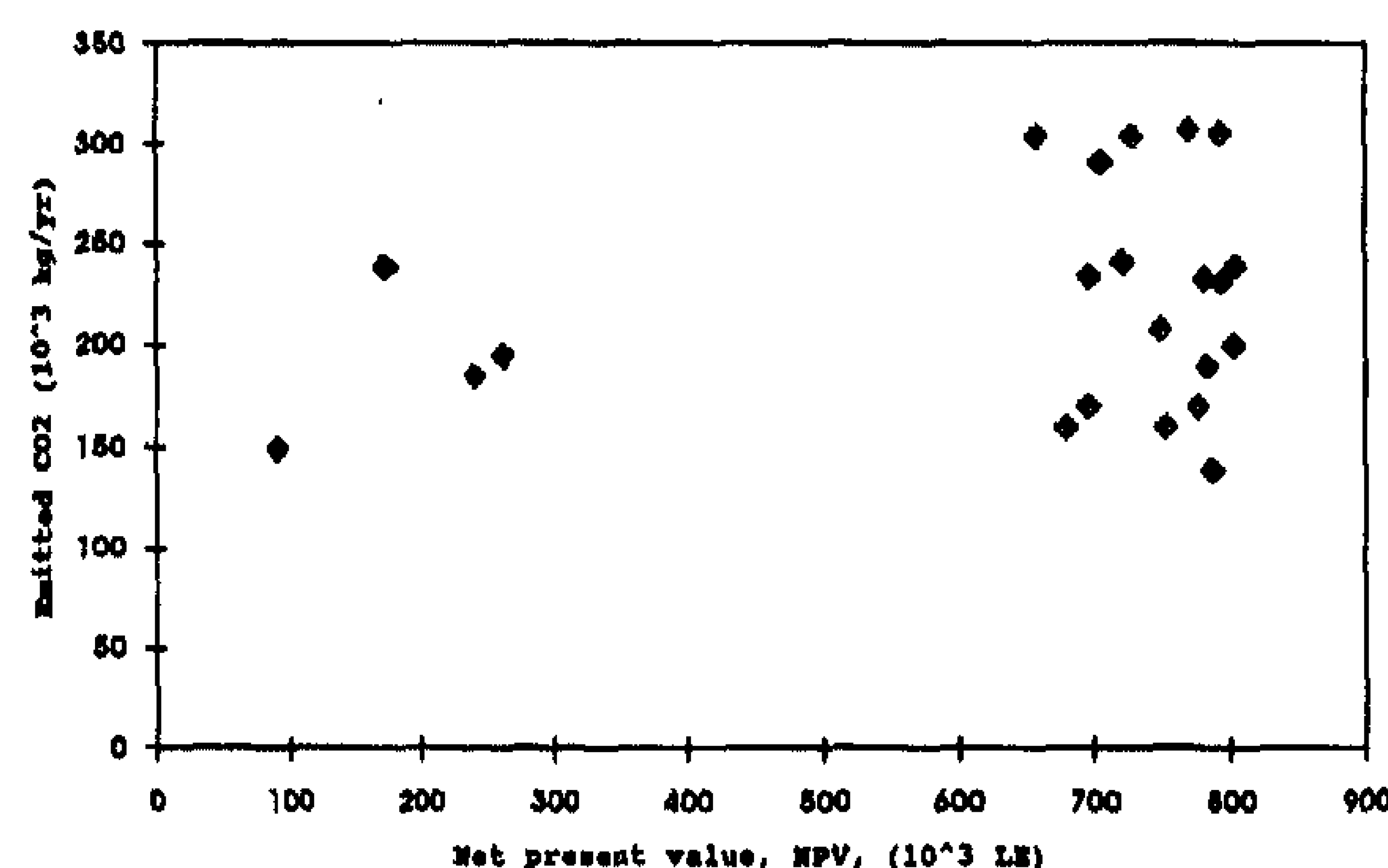



Fig. 1. Relation between NPV and emitted carbon dioxide for different system configurations

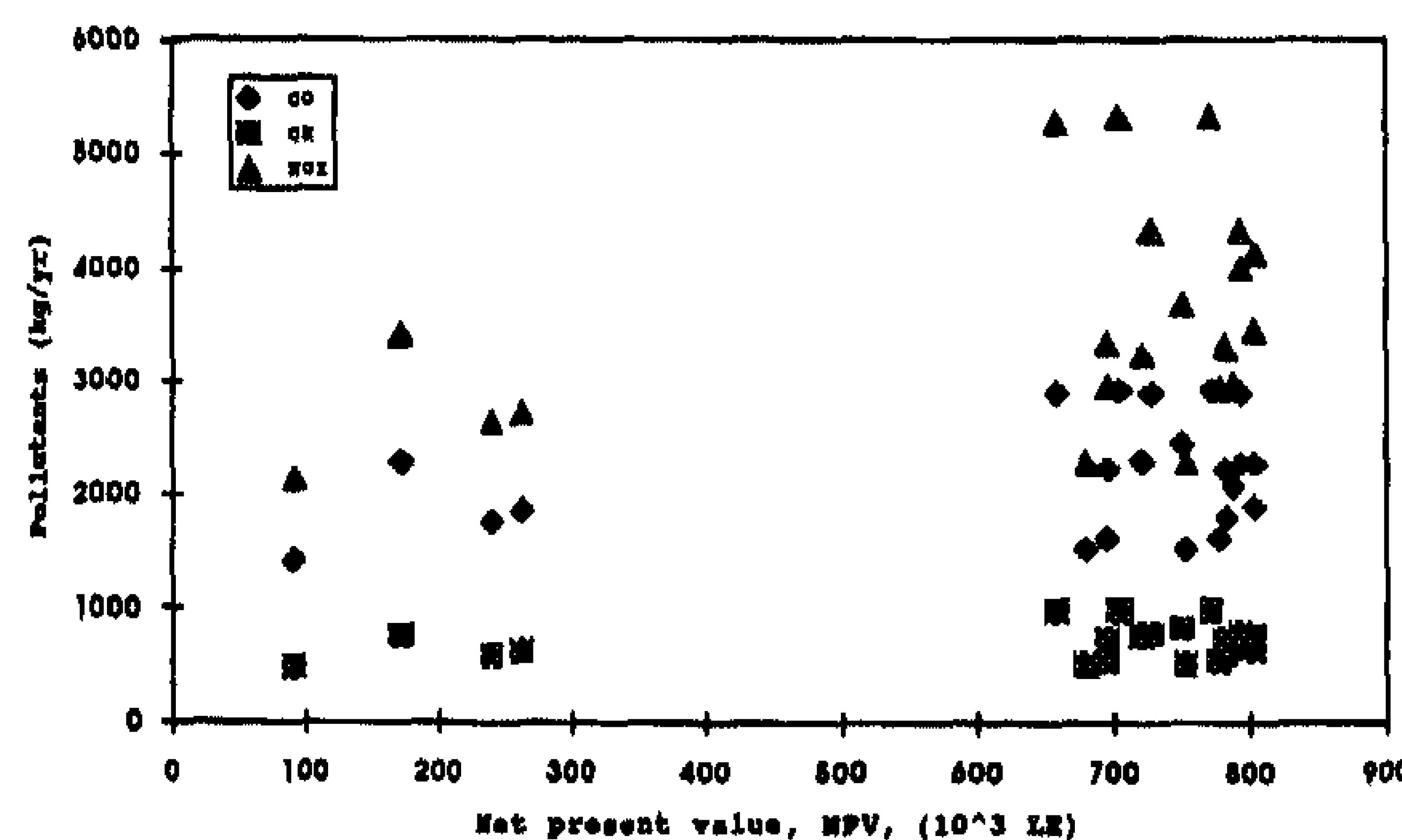



Fig. 2. Relation between NPV and emitted pollutants(CH,CO, $NO_x$) for different system configurations

emission limits are tightened. Thus even high cost renewable would become the marginal source of electricity supply.

The results deduced by Manne and Richels, aroused a lot of discussions. One of the first comments was that Global 2100 ignored the benefits of reduced $CO_2$ emission avoiding the costs of externality damages, Hogan [4]. The author mentioned the implicit carbon tax estimated by Manne and Richels with the optimal carbon tax put by Nordhause which was of $3/ton, with $CO_2$ reduction of 10% to 25%, respectively from uncontrolled emission level. BY contrast, Manne and Richels, considering the costs but not the benefits, estimate an implicit tax of $250/ton for a 20% reduction from 1990 emission levels, which amounts to nearly a 90% reduction from uncontrolled level, although the 20% does not represent the extreme case that the US Environmental Protection Agency suggested. Hogan also objected to the optimal time path of controls. Another criticism stated by Williams showed that the options for reducing $CO_2$ emissions are much broader than those considered by Manne and Richels [5]. The discussion of other options (not necessarily commercially successful) lead to the possibility that the minimum $CO_2$ emission penalty estimated (which is 1% of the consumption) is to0 high.

Based on a narrow definition of costs, renewable energy sources are normally considered to be an expensive alternative source. Cost comparisons usually just take into account the so-called internal cost elements involved in the production and distribution of the product. Other cost elements which are payed for by third parties not involved in the production or consumption, are not considered in standard cost comparisons normally referred to as external or social costs.

The term social costs has been introduced to refer to the damage done to forests, the consequences of massive global warming due to anthrogenic emissions of greenhouse gases, or the health impacts of major nuclear reactor accidents such as Chernobyl; Hohmeyer[4]. No energy consumer is charged for any of these costs, which result from the usage of conventional energy sources. Thus, the apparent cheap energy sources may be rather expensive to society. The main obstacle in calculating the real costs of renewable energy lies in the difficulty to quantify many of the harmful effects of the conventional energy sources and to put monetary values on them. Hohmeyer [6] stressed the fact that although the latest computer models allow the possibility to come up with some first quantification of probable global temperature rises, a sound analysis of the damage incurred and their expected costs seem presently impossible. The researcher focused his study on the comparison of conventional electricity generation based on fossil and nuclear fuels with wind energy and photovoltaic applied in Germany. The author tried to cover some areas such as depletion costs of non-renewable resources, structural macroeconomic effects and subsidies, but a number of effects have not been quantified for scarcity of empirical data. When the quantified social costs of conventional energy systems for the production of electricity based on fossil fuels are totalled and standardized for the production of 1 kWh, gross social costs in the range of .03 to 016 DM/kWh result. For the electricity generated in nuclear reactors, gross social costs in the range of .1 to .7 DM/kWh result. Considering the social benefits of electricity generated by wind energy it is found to be in the range .05 to .28 DM/kWh. The sum of net social benefits for photovoltaic electricity supplied to the public grid lies between 0.06 and 0.35 DM/kWh.

## SIMULATION MODEL

A simulation model that represents the performance of a diesel generator supplying a specific load ( a small community with an average load of 47 , minimum of 30 and maximum of 67 k) was built. The hourly load , generated randomly using suitable generator, is supplied at first by the diesel generator alone. Hourly fuel consumption is estimated and the corresponding amounts of emitted pollutants are calculated as the expected amounts of $CO_2$, CO, CH, and NOx are 3.15, 0.25, 0.03, 0.04 kg/kg of fuel consumed [7]. Economical performance of the system is estimated using Net Present Value (NPV) as an evaluation criterion.

To incorporate renewable energy generators in the simulation model of the diesel system, three modules representing small wind turbine, photovoltaic array, and a small lead acid battery as a storage media, are added to the simulation model. Daily average wind speeds and solar radiations are generated from the suitable monthly autoregressive-moving average (ARMA) models estimated for the site of application . The selected site which is on the northern cost of Egypt has a yearly average wind speed and solar radiation of 5.3 m/sec and 19.6 Mj/m ,respectively. Hourly average wind speeds are calculated using an hourly index for each month [8]. Hourly solar radiation is calculated using hourly to daily ratios [9] .

The effect of introducing renewable generators, wind turbine, and photovoltaic, on the pollutants

# EFFECT OF USING RENEWABLE ENERGY SOURCES ON THE REDUCTION OF $CO_2$ EMISSION

By
A. A. El-Mallah, K. A. Abed, and Mervat A.Badr*

## SUMMARY

Combustion of fossil fuels is one of the main factors producing man made green house gases such as carbon dioxide and nitrogen oxides. The yearly emitted carbon dioxide, which is responsible for half of the problem, as a result of fuel combustion is about 21000 million tons.Being a clean source, the integration of renewable energy generators with conventional ones would reduce the rate of $CO_2$ as well as other pollutants such as carbon oxides, hydrocarbons (CH), and nitrogen oxides (NOx) emission. A simulation model is developed to study the performance of a wind / solar / diesel / battery (W/S/D/B) generating system supplying a small community with the required electrical energy. The amount of $CO_2$, CO, CH, and NOx emitted for different system configurations are recorded together with the price/kWh of generated electricity. It is found that the supplied electricity could be achieved with W/D/B with a 30% $CO_2$ abatement and at a lower electricity price. $CO_2$ reduction is also possible using W/S/D/B system but at higher electricity price.

**KEY WORDS** : Renewable energy - $CO_2$ abatement Pollution - Electricity generation.

## INTRODUCTION

It is essential, now than ever, to focus on different sources of pollution as more attention is devoted to the environmental hazards.

Many researches studied the environmental impact of energy production and suggested different methods that could result in reducing air pollution and global warming. Although a number of scientists mentioned that dust and smoke, not $CO_2$, are the cause of climate change and higher carbon dioxide levels may cause global cooling [1] , others thought the opposite. Thus, some of the possible international effects which could result from attempts to achieve $CO_2$ cutting are discussed by Walley & Wigle [2]. The most direct way of the alternative approaches to cutting emissions would be to have all countries agree to reduce their own emission by a nominated percentage (20%). An alternative would be to agree on the reduction of the emission to an equal per capita amount so as to reduce total emissions by the required percentage. Taxes could be another solution, and they could be applied to either fossil fuel use or production. A model to evaluate the possible effects of alternative $CO_2$ emission cuts is introduced.

With carbon constraint, and in the absence of an economical $CO_2$ removal capability or a low cost carbon-free alternative, the options for meeting electricity demand are severely limited. Reduction of pollutants resulted from electrical (or non - electrical) energy production could be achieved, either by raising the efficiency of energy conversion or by using new power generation technology which has lower carbon emission coefficient such as natural gas, coal gasification , renewable sources, and advanced nuclear technology. A cost benefit analysis of alternative methods of controlling $CO_2$ emissions was provided by Manne & Richels [3]. They used an analytical framework, called Global 2100, which is designed to evaluate $CO_2$ energy economy interactions and estimate the cost of carbon emission limits. Illustrating the capabilities of their model, they calculated the economic costs of restricting the carbon emissions to their 1990 rates (1.37 million tons) through 2000 which is equivalent to 20% reduction and to reach 80% at 2100.

Investigating five different possible energy supply scenarios, they concluded that by 2030 roughly 5% of total annual macro economic consumption is lost as a consequence of the carbon constraint in U.S.A. Adding all the years from 1990 through 2100, the present value of these losses would be $3.6 trillion discounting to 1990 at 5% per year. So if the option is to impose a uniform tax upon the activities responsible for carbon emissions, it would be about $29/ton of carbon for the most constrained scenario. This would rise sharply as

* Mech.Engineering Dept., National Research Centre Tahreer st., Giza, Egypt, Postal No.123111

*REFERENCES :*


1- M.A.M . Shallot 'Egyptian Solar Radiation Atlas ", New and Renewable Energy Authority , Ministry of Electricity and Energy , Cairo , Egypt , 1991.

2- G.O.G. Lof, "Performance of Swimming Pool Heaters Transparent Cover Type "Proceedings of the Annual Meeting , A Section of the International Solar Society, Orland, Fla , USA, June 1977 .

3- E.R.G. Eckert, " Heat and Mass Transfer", Mc Graw - Hill , New York , 1959 .

4- B.F. Gebhart , "Heat Transfer", Mc, Graw - Hill , New York, 1961 .

5- S.P. Sukhatme , " Solar Energy Principles of Thermal Collection and Storage ", Tata Mc. Graw - Hill , New Delhi, 1981 .

6- F. Kreith , "Principles of Heat Transfer", 3rd Ed., Intext Educational Publishers , New York , 1977.

7- J.A. Duffie and W.A. Beckman , " Solar Energy Thermal Processes ", Jon Wiely , New York , 1981 .

8- R. Almanza and J. Lara , "Energy Requirement for a Swimming Pool through Energy Balance ", Solar Energy , Vol. No. 1 , 1994 , PP. 37-39.

9- R. Talwar , "A Guide to Collector Sizing System Design Consideration for Solar Swimming Pools Heating in Florida ", FSEC 77-9, Florida Solar Energy Center , October 1997.

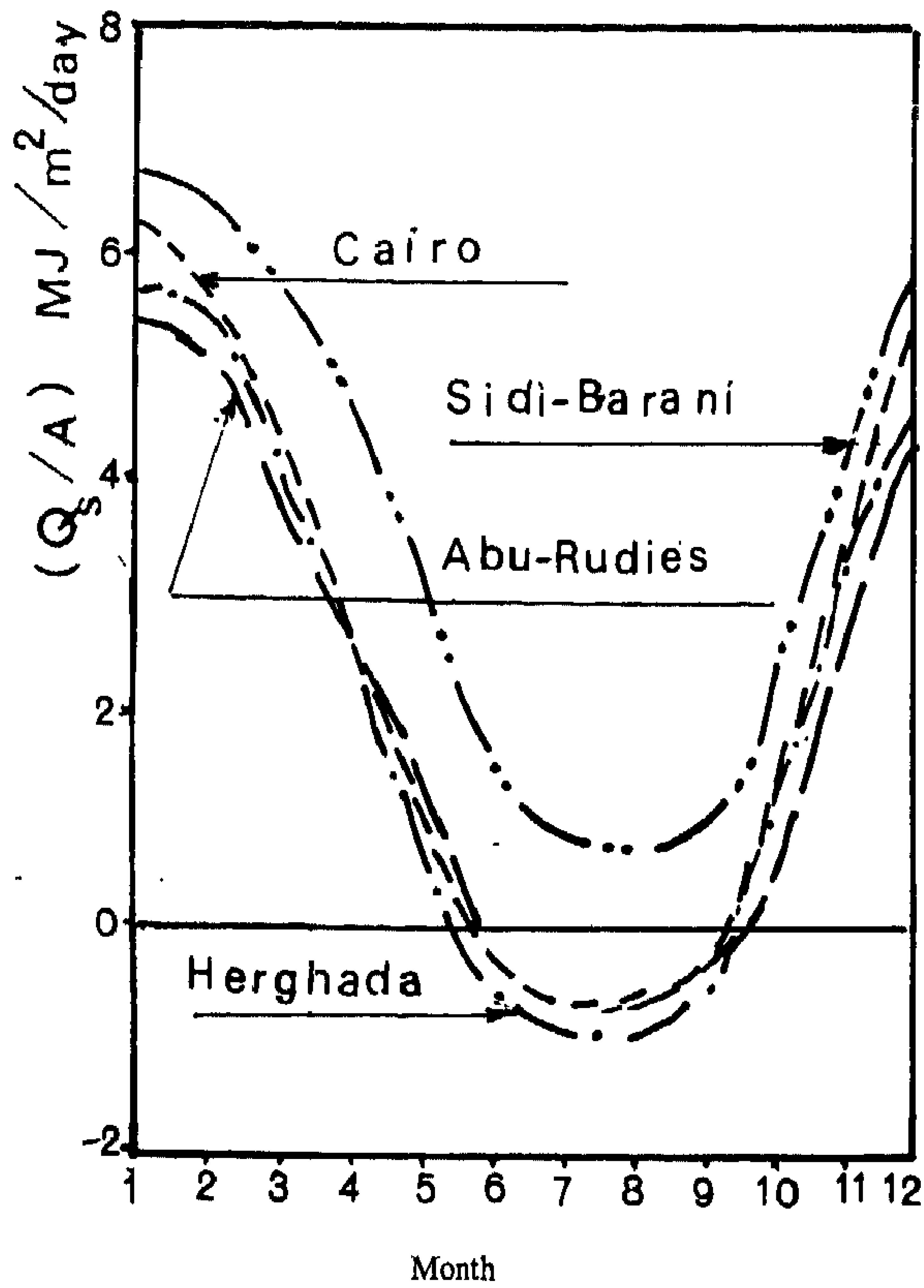



Fig. 3- Daily radiation losses to the surroundings

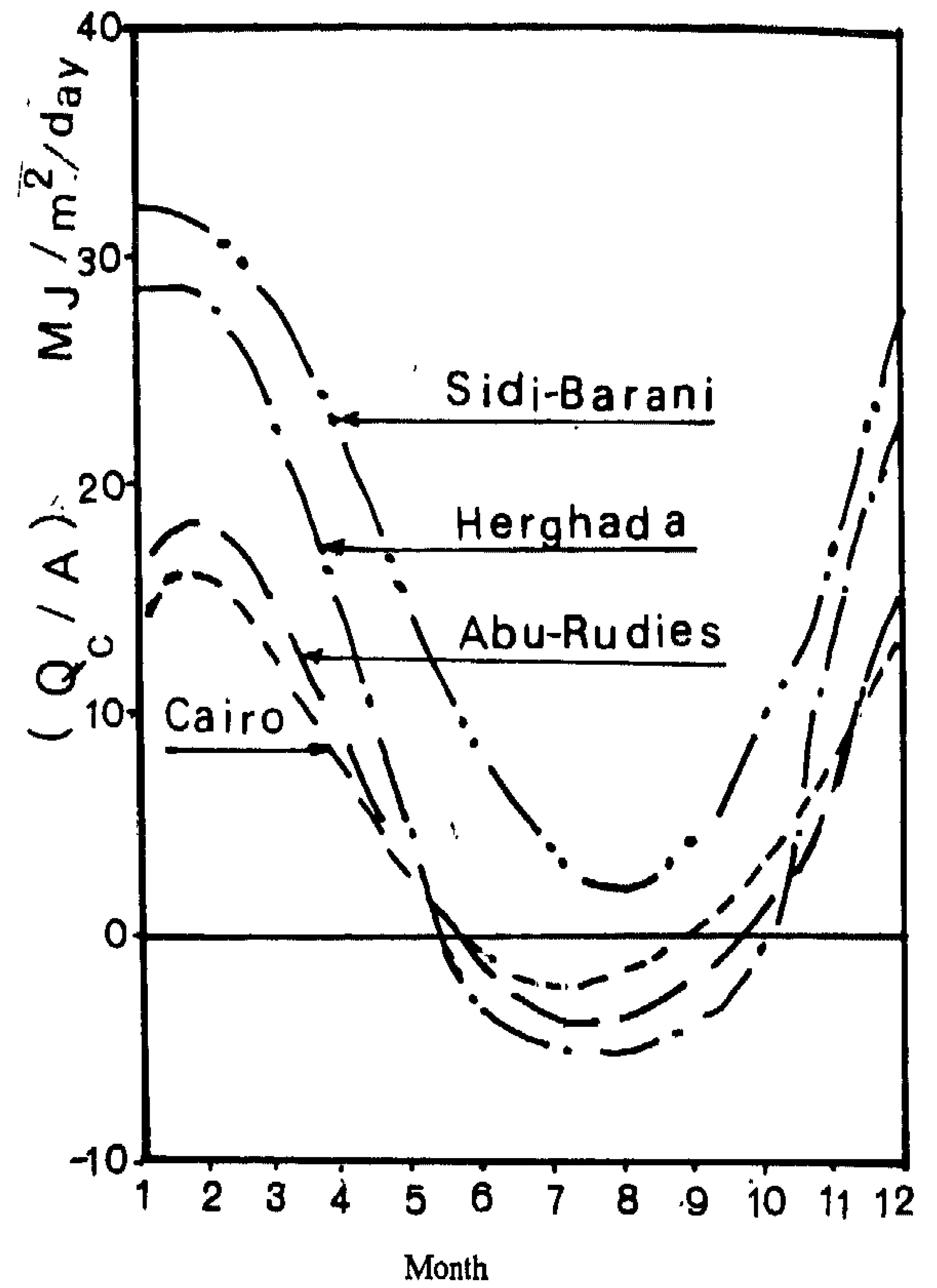



Fig. 5- Daily convection losses

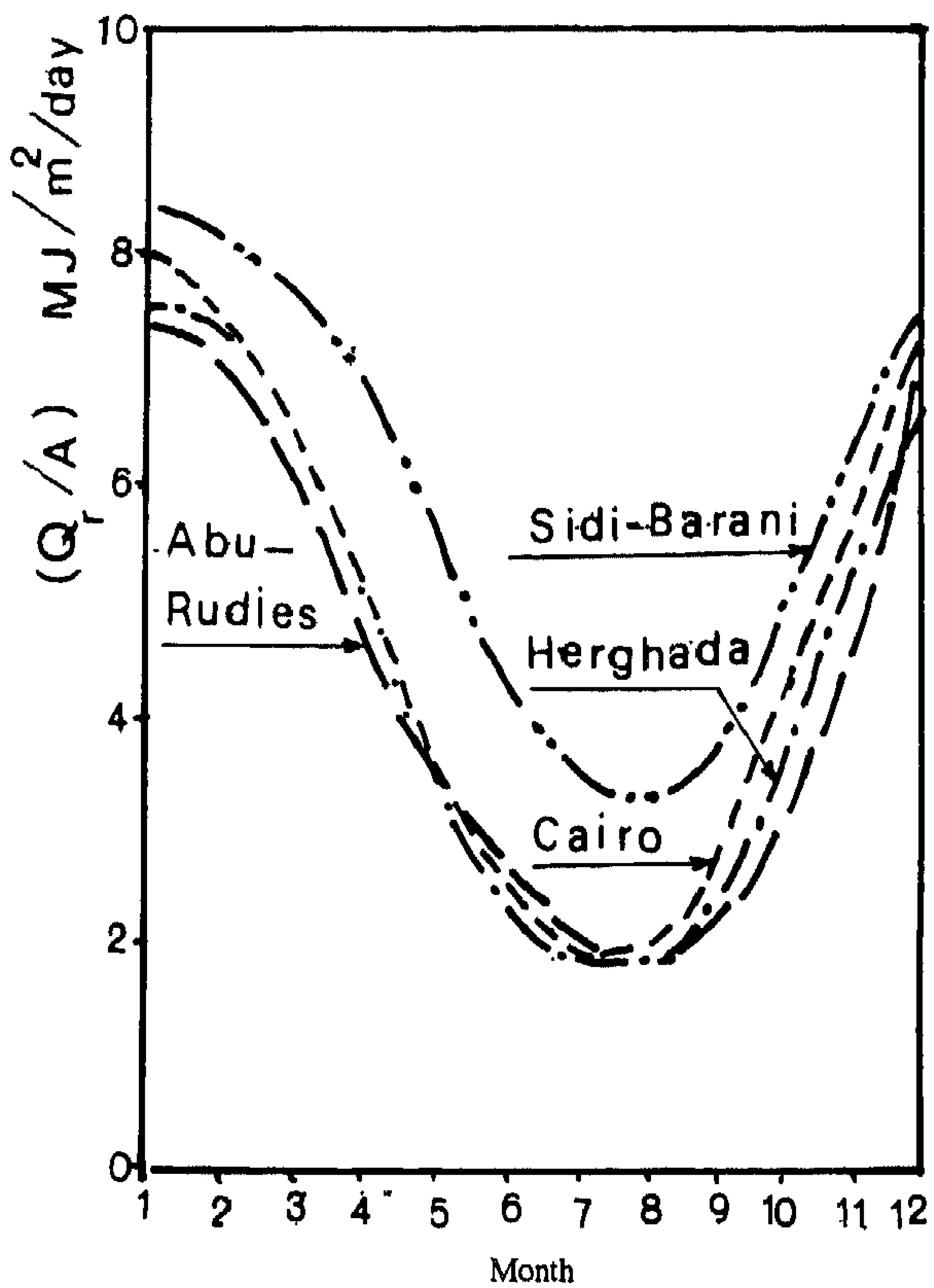



Fig. 4- Daily radiation losses to the sky

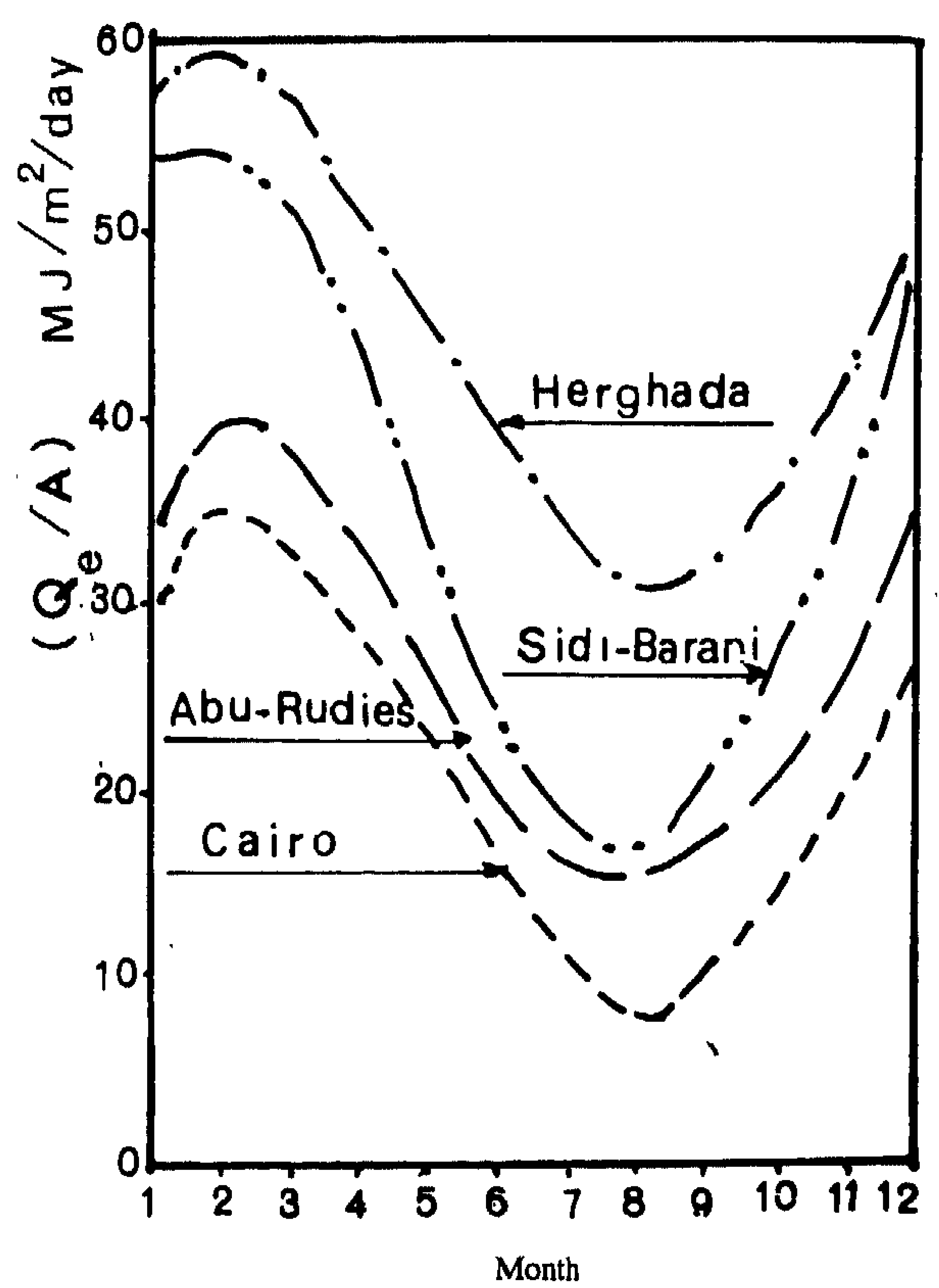



Fig. 6- Daily evaporation losses

components of the thermal losses is as follows :

| | |
|---|---|
| Evaporation losses | 58%-70% ≅ 64 % of the total losses |
| Convection losses | 15%-25% ≅ 20 % of the total losses |
| Radiation losses to the sky | 7%-13% ≅ 10 % of the total losses |
| Radiation losses to the surroundings | 5%-7% ≅ 6 % of the total losses |

5- To reduce the thermal losses from the pool , a transparent cover may be used . This cover will eliminate the evaporation losses which are the largest component of the thermal losses . In addition to that, about 10% of the convection losses will be cancelled (9) . If the pool is covered for 20 hours per day the area ratio (Ac/A) will be in the order of the third of that of the uncovered pool. It must be taken into consideration that the use of the transparent cover results in a decrease in the input energy due to its transmissivity , but the decrease of the input energy is much lower than the saved energy due to the decrease of the thermal losses .

## CONCLUSION

1- The discussed methodology can be used in calculating parameters needed in designing the solar heating systems for the swimming pools . To achieve that complete climatic conditions data of the pool location, the pool dimensions, and the target temperature must be available .

2- Heating of the swimming pools is required during a certain period of the year . During the other periods the solar system should be used for other purposes; otherwise it must be of low cost .

3- The major component of thermal losses in the swimming pools is the evaporation losses . It can be eliminated by covering the pool with a transparent cover when it is not in use . It has small effect on the other components of the thermal losses. On the other hand it prevents small part of incident solar radiation on the pool, but this part is very small compared to the eliminated evaporation losses .

4- If the pool is used for 4 hours and covered for 20 hours per day the required collector area will be in the order of the third of that when the pool is not covered allover the day .

## NOMENCLATURE :

| | | |
|---|---|---|
| a | Water absorptivity | |
| A | Swimming pool surface area | $m^2$ |
| Ac | Collector area | $m^2$ |
| C | Sky cover (Cloudiness factor ) | |
| Cp | Water specific heat | KJ/Kg °C |
| e | Water emissivity | |
| hc | Connective heat transfer coefficient | W/m2. °C |
| N | Warming up period | days |
| P | Atmospheric pressure | Pa |
| Pa | Vapour pressure in the air | Pa |
| $P_w$ | Vapour pressure in water | Pa |
| q | Global solar radiation on horizontal surface | MJ/m2 / day |
| qt | Global solar radiation on the collector surface | MJ m2 / day |
| Qa | Heat gained from atmosphere | MJ/ day |
| Qc | Convection heat losses | MJ/ day |
| Qe | Heat loss due to evaporation | MJ / day |
| Qh | Input solar energy to pool surface | MJ / day |
| Qr | Radiation losses to the sky | MJ/ day |
| QR | Total energy required | MJ/day |
| Qs | Radiation loss to the surrounding | MJ/day |
| r | Water surface reflectivity | |
| R | Relative humidity | % |
| $T_a$ | Ambient air temperature | °C |
| $T_n$ | Natural temperature of the pool's water | °C |
| $T_s$ | Sky temperature | °C |
| $T_t$ | target temperature | °C |
| $V_w$ | Wind speed | m/s |
| $\eta$ | Efficiency of the solar collector | |
| $\rho$ | Water density | Kg/m3 |

relative humidity , and the solar radiation are the main affecting parameters on the natural temperature.

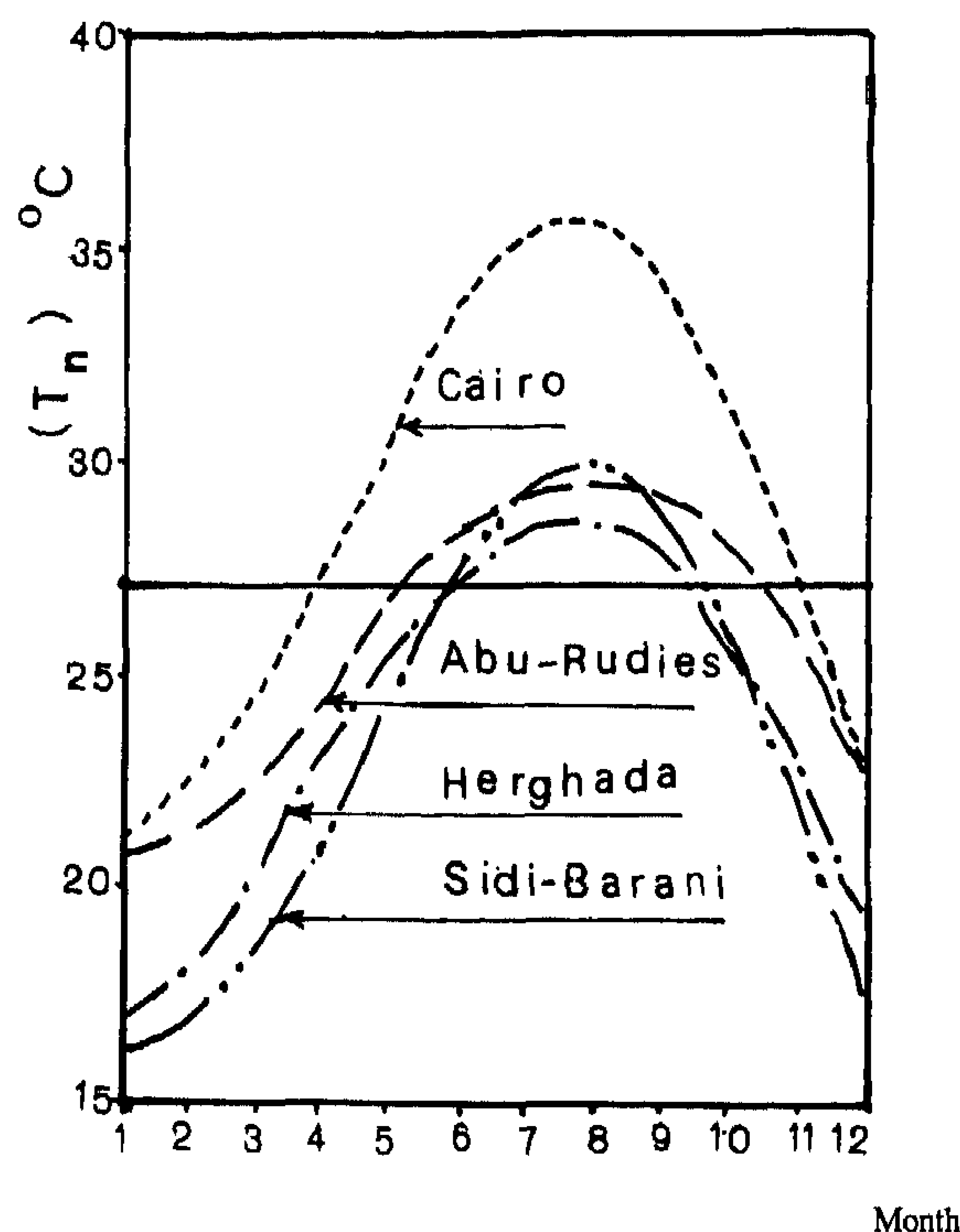



Fig. 1- Daily natural temperature

2- Figure (2) shows the daily values of the required energy to be added to the pools , at each month , to reach a target temperature of 27°C in the four selected sites. It is noticed that during some months , the required energy has negative or zero values which means that the natural temperature is higher than, or equal to, the required temperature . From this figure the following data is obtained :

I- The periods at which energy is required are as follows :

| | |
|---|---|
| Cairo | From January to April , and from November to December . |
| Sidi Barani | From January to June , and from October to December . |
| Herghada | From January to June , and from October to December . |
| Abu-Rudies | From January to May , and from November to December. |

II- The maximum daily required energy to be added to the swimming pools at the different sites is as follows :

| | |
|---|---|
| Cairo | 36 MJ/m2 of swimming pool per day |
| Sidi Barani | 73 MJ/m2 of swimming pool per day |
| Herghada | 67 MJ/m2 of swimming pool per day |
| Abu Rudies | 38 MJ/m2 of swimming pool per day |

III- From the last data and equation (17) it is found that the warming up period of the pools in the four locations ranges from one to three days depending on the climatic conditions and the performance of the used collectors .

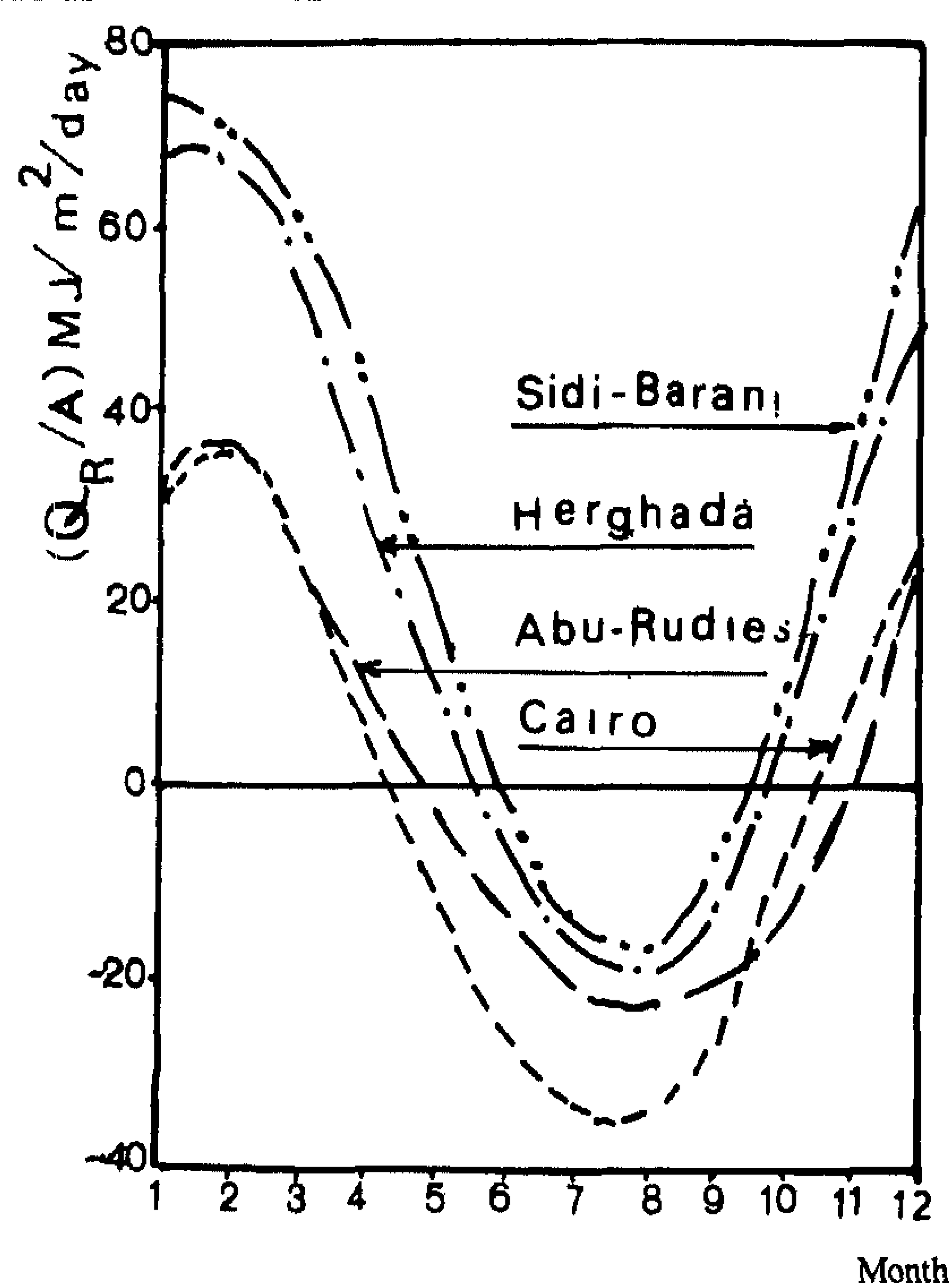



Fig. 2- Daily required energy

3- In the case of using solar collectors in swimming pools heating , the operating temperature of these collectors will be considerably low which results in increasing its efficiency. An efficiency in the range of 40% - 60% can be easily obtained depending on the design and the materials of the collector . From equation (18) it can be seen that the ratio between the area of the required collectors and that of the pool surface (Ac / A) will be in the range of (3-5) depending on the climatic conditions of the location.

4- From Figs (3-6) it can be seen that the evaporation losses are the highest component of the thermal losses. The percentage ratio of the different

$$h_c=5.68+3.78\ V_w \quad (6)$$

The wind speed over the surface of the pool is considered to be equal to the third of the measured value in open space . This is due to the presence of trees and buildings around the pool. In addition to that, water surface is lower than the wall edge of the pool (9) . The following equation is used to calculate the daily convective losses :

$$Q_c=8.64 * 10^{-2} . h_c .(T_n - T_a ) . A \quad (7)$$

The daily heat losses due to the evaporation of water from the pool surface depend on the ambient air relative humidity and temperature in addition to the convective heat loss coefficient. In the case of natural heating of the pool due to the direct absorbed solar radiation by water , it can be calculated by the following equations (8 & 9) .

$$Q_e = 3.215 \times 10^{-3} . A . V_w .(P_w - P_a ) \quad (8)$$

where ,

$$P_w = 217.15\times 10^8 Exp[- 4157/( T_n - 239 ) \quad (9)$$

$$P_a = (R / 100) ( 217.15 \times 10^8 ) Exp[ 4157 /( T_a - 239 ) \quad (10)$$

The natural temperature (Tn) of water for the swimming pool in monthly or weekly averages can be calculated from the following energy balance equation :

$$Q_h+Q_a= Q_s +Q_r+Q_c+Q_e \quad (11)$$

The required temperature in the pool depends upon who is going to use it. For competitions,the temperature is in the range of 22 °C, while for recreation, 27 °C is the most adequate. Therefore , it is important to know which application is most important , then the required energy can be calculated. The above mentioned method is applied in the thermal analysis of the swimming pools constructed at the four selected sites in Egypt for a target pool temperature of 27 °C for a complete year. The calculated energy required to attain this temperature is used to design the solar heating system .

When the pool's water is heated by an energy source, like solar collectors , to rise its temperature from the natural temperature to 27 °C, the heat losses during this procedure is calculated as follows :

1 - The daily radiation losses to the surrounding , the radiation losses to the sky and convection losses can be calculated using equations (3-7) by substitution of $T_t$ = 27 °C instead of $T_n$) .

2 - The daily heat losses due to water evaporation is calculated by the following equation which is different from equations ( 8 , 9 & 10 ) . This is due to the presence of artificial heating process (9) .

$$Q_e = ( 6.48 \times 10^{-4} ) . A [ 3.53(Z)^{1/3} +[4.08V_w ( P_w - P_a ) \quad (12)$$

where ,

$$Z=T_{wv} - T_{av} ) \quad (13)$$

$$T_{wv} = ( T_t + 273 . 2 ) / [ 1- 0 .378 . ( P_w / P )] \quad (14)$$

$$T_{av} = ( T_a+ 273 . 2 ) / [ 1- 0 .378 . ( P_a / P )] \quad (15)$$

The daily total energy required to increase the pool temperature from its natural value to the target one and to maintain it for a long period can be calculated by the following equation :

$$Q_R = Q_s + Q_r + Q_c + Q_e - Q_h - Q_a \quad (16)$$

The determination of the natural temperature $T_n$ of the pool's water indicates the necessity of increasing the pool's temperature to reach the target temperature. The knowledge about the energy required to reach the target temperature throughout the year permits the choice of the design parameters of the suitable solar collectors panel which recover the thermal requirements .

The required time for increasing the pool temperature from its natural value ($T_n$ ) to its target value ($T_t$) can be calculated from the following relation:

$$N = \rho. d . C_p - (T_t - T_n ) / QR \quad (17)$$

The required area of the solar collectors are given by the following formula

$$A_c = QR / ( \eta. qt ) \quad (18)$$

## ANALYTICAL RESULTS AND DISCUSSION

Equations (1-18) are used to find out the natural temperature , the daily energy required to reach the target temperature and the different daily thermal losses of the swimming pools for the four selected sites. The obtained results from the computer program output are presented in Figs (1-6)

1 - From Fig (1) it can be seen that the natural temperature of the pool's water in Cairo is higher than those in the other sites. This is due to the climatic conditions of the selected sites shown in the appendix.

The wind speed , the ambient temperature, the

lower than the target temperature there is a surplus energy gain from the collectors. This energy is consumed in rising the pool temperature until it reaches its target value through few days. After that a stagnation condition occurs at which the energy input will be equal to the thermal losses , The pool temperature will be constant at its target value until the pool will be discharged and refilled with cold water.

This paper presents the thermal analysis of the solar heating of the swimming pools in different sites in Egypt . These sites are suitable for solar energy utilization , The thermal requirements and the warming up period are calculated in addition to the thermal loss analysis . The effect of the reduction of the thermal losses on the required area of the collectors panel is investigated.

## THERMAL ANALYSIS

A water impoundment in the swimmin of pool with 180 $m^2$ of surface area and 324 $m^3$ of volume are considered in four sites in Egypt, Those sites are Cairo. Herghada , Sidi Barani, and Abu - Rudies .

Those locations are chosen such that they represent sites of different conditions of operation. The pools are well exposed to solar radiation. They receive energy from the sun and surrounding atmosphere. At the same time energy is lost via radiation to the surroundings and sky , convection exchange to the surroundings in addition to heat losses due to water evaporation. For this reason water temperature changes during the day. This temperature is inversely proportional to the depth of pond. This property is called thermal inertia. The analysis is carried out using the designed computer program in basic by which the instantaneous solar radiation incident on any surface, located at any site, can be calculated. This program is based on input data of the climatic conditions obtained from the Egyptian Solar Radiation Atlas (1) in addition to the dimensions of the pool and the physical properties of water, This data is as follows:

* The latitude of the location.

* The monthly average values of the following parameters:
  - Daily solar radiation - Ambient air temperature
  - Relative humidity - Wind speed
  - Cloudiness factor - Atmospheric pressure

* the surface area and the depth of the pool.

* The target temperature of swimming water.

* Water density , absorptivity , emissivity and reflectivity

The natural pool temperature can be calculated by an energy balance for each month of the year. This is done by equating the heat gains to the heat losses at the equilibrium pool temperature.

From the energy balance at the target temperature the required energy to increase the pool temperature to its target value can be obtained ..

From the principles of thermodynamics and heat transfer , the daily heat gains and thermal losses can be is calculated using the following deduced equations (3,4 & 5).

**1 - Heat Gains :**

The daily absorbed solar radiation by the pool surface is calculated using the following equation :

$$Q_h = a.\ A.\ q.\ (1-r) \qquad (1)$$

The daily heat gained from the atmosphere is expressed as :

$$Q_a = 4.41504 * 10^{-14} . (T_a + 273.2)^6 . (1+0.17c^2) . A \qquad (2)$$

**2 - Thermal Losses :**

The daily radiation losses, emitted by water to the sky , depend on the emissivity of water as well as ambient air conditions, It can be calculated by the following relation :

$$Q_r = 4.90752 * 10^{-9} . ([273.2 + T_n]^4 - [273.2+T_s]^4) .e.A \qquad (3)$$

The sky temperature is obtained using the following formula.

$$T_s = T_a - 6 \qquad (4)$$

The radiation losses to the surroundings, depend on the difference between the pool and the ambient air temperatures in addition to the radiation heat transfer coefficient. When the radiating and absorbing surfaces temperature approach ambient temperature , and the radiating surface has a high emissivity, the radiation heat transfer coefficient was estimated by Kreith [6] to be 5.68 $w / m^2 {}^oC$, then the daily radiation losses to the surrounding can be given by the following equation:

$$Q_s = 0.490752 ( T_n - T_a ) . A \qquad (5)$$

Convection losses depend on the difference between the pool and the ambient temperature, in addition to the convective heat loss coefficient which is affected by the wind speed and given by the following formula : [7]

# THERMODYNAMIC ANALYSIS OF SOLAR HEATED SWIMMING POOLS IN EGYPT

By
Wagih H . Tadros and Mohamed A . Eissa*

## ABSTRACT

The thermal analysis of outdoor swimming pools located in Egypt at different locations is carried out. The selected locations are: Cairo, Sidi -Barani at Mediterranean , Herghada at Red sea and Abu-Rudies in Sinai . The analysis is carried out when these pools are heated using solar energy for a complete year .

A computer program in basic is designed to be used in the analysis of the heat gain and the thermal losses of the pools . The necessary input data for running this program is the climatic conditions of the location , the target water temperature , the dimensions of the pool, and the physical properties of water .

From the program output , different parameters are calculated such as , the natural temperature of the pool's water , the direct heat gained from the sun and atmosphere , the different modes of thermal losses, and the energy needed to attain the target temperature and maintain it for a long period .

From the analysis of the obtained results it is found that solar heating of the swimming pools in Egypt is required during certain period of the year . During the other periods, the natural temperature of the pool is equal to, or higher than the required temperature . During this period heating of the pool is not needed. It is also found that the major thermal losses occur due to water evaporation . This type of losses can be eliminated using a transparent cover for the pool , when it is not in use , which results in a sharp decrease in the required area of the solar collectors panel .

## INTRODUCTION

One of the important and promising uses of solar energy is the swimming pools heating . Swimming is an enjoyable form of exercise that provides relaxation and recreation. The number of swimming pools increases continuously . The potential market for cost effective pool heating systems is growing . A cost effective solar system , is an engineering goal .

When a solar system is operated , the collected energy is used to pay back the investment in solar heating hard wear . If the solar system can be operated year - round , a cost effective solar system is much easier to be designed . When the swimming pool heating is the only consideration , the solar design must be inexpensive .

A fundamental understanding of what happens when the solar radiation incident on an outdoor pool is necessary for the proper design . Solar energy is absorbed by the pool and accordingly water temperature increases . On the other hand some of the absorbed energy is lost to the sky and the surroundings in addition to the energy lost due to water evaporation .

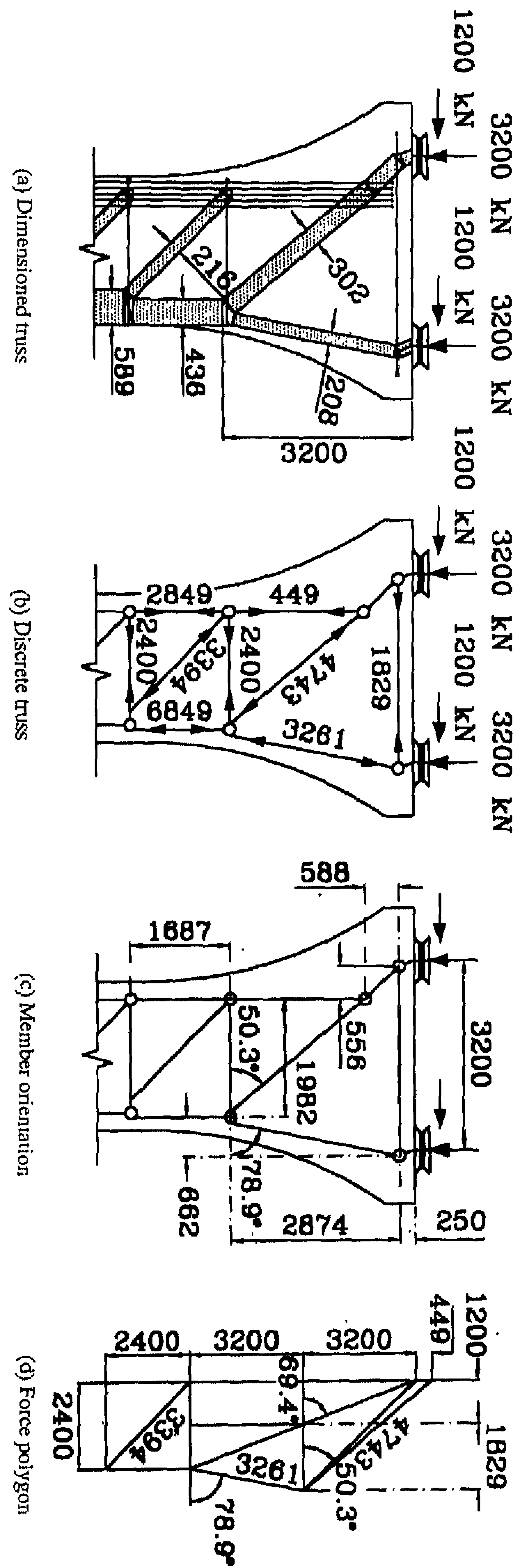
* National Research Center , Solar Energy Department , Dokki , Cairo, EGYPT .

The design of a solar heating system needs the calculation of the heat demand for the swimming pool. For doing that there are two different requirements.The first is to know how much energy is needed to heat the swimming pool to a target temperature in order to produce a comfortable a environment. The second is to maintain this temperature for long period. The first case is a transient stage and the energy balance depends upon water volume . In the second case a steady state is dominant and the energy balance depends solely upon the area .

When the pool is filled with fresh cold water , the direct heat gain is sufficient to overcome the thermal losses and to increase water temperature to its natural value without using a heating system . The natural temperature may be lower or higher than the target temperature . The solar collectors are designed such that they can increase the pool temperature from its natural value to the target temperature and maintain it for a long period. This is achieved by compensating the difference between the direct heat gain and the thermal losses at the target temperature. At pool temperature

*REFERENCES*


1. *AASHTO, 'Standard Specifications for Highway Bridges', 5th. Edition 1992, Interim Specifications-Bridges, 1993 & 1994, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington D.C.*
2. *El-Metwally, S.E., 'Strut-and-Tie Model Applied to Concrete Corbels for Rational Design', Cairo First International Conference on Concrete Structures, Cairo University, January 1996.*
3. *CEB-FIP Model Code 1990, 'Design Code', COMITE EURO- INTERNATIONAL DU BETON, Publisher, Thomas Telford Services Ltd, Telford House, 1 Heron Quay, London 1993.*
4. *Pensiero, J, 'An Introduction to Truss Models and Their Applications in The Design of Precast Concrete Connections', M.Sc. Thesis, Civil Engineering Department, Lehigh University, December 1989.*
5. *Marti, P. , 'Basic Tools of Reinforced Concrete Beam Design', ACI Journal, Vol. 82, No. 1, January-February, 1985, pp. 46-56*
6. *Marti, P., 'Truss Models in Detailing', Concrete International, Vol. 7, No. 12, December,1985, pp. 66-73.*
7. *Schlaich, J., Schafer, K., and Jennewein, M., 'Towards a Consistent Design of Structural Concrete', PCI Journal, Vol. 32, No. 3, May-June 1987, pp 74-149.*
8. *Schlaich, M., and Anagnostou, G., 'Stress Fields for Nodes of Strut-and-Tie Models', ASCE, Journal of Structural Division, January 1990.*



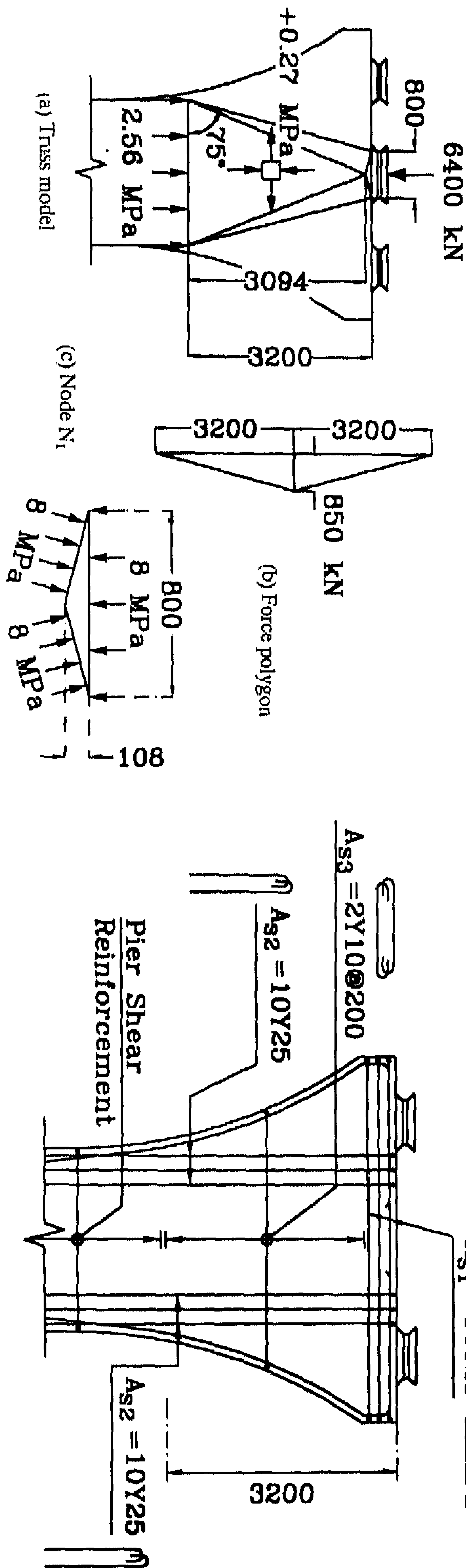

(a) Dimensioned truss

(b) Discrete truss

(c) Member orientation

(d) Force polygon

Fig. 10- Truss model for lateral load case




(a) Truss model

(b) Force polygon

(c) Node $N_1$

Fig. 11- Truss model for temporary jacking load case

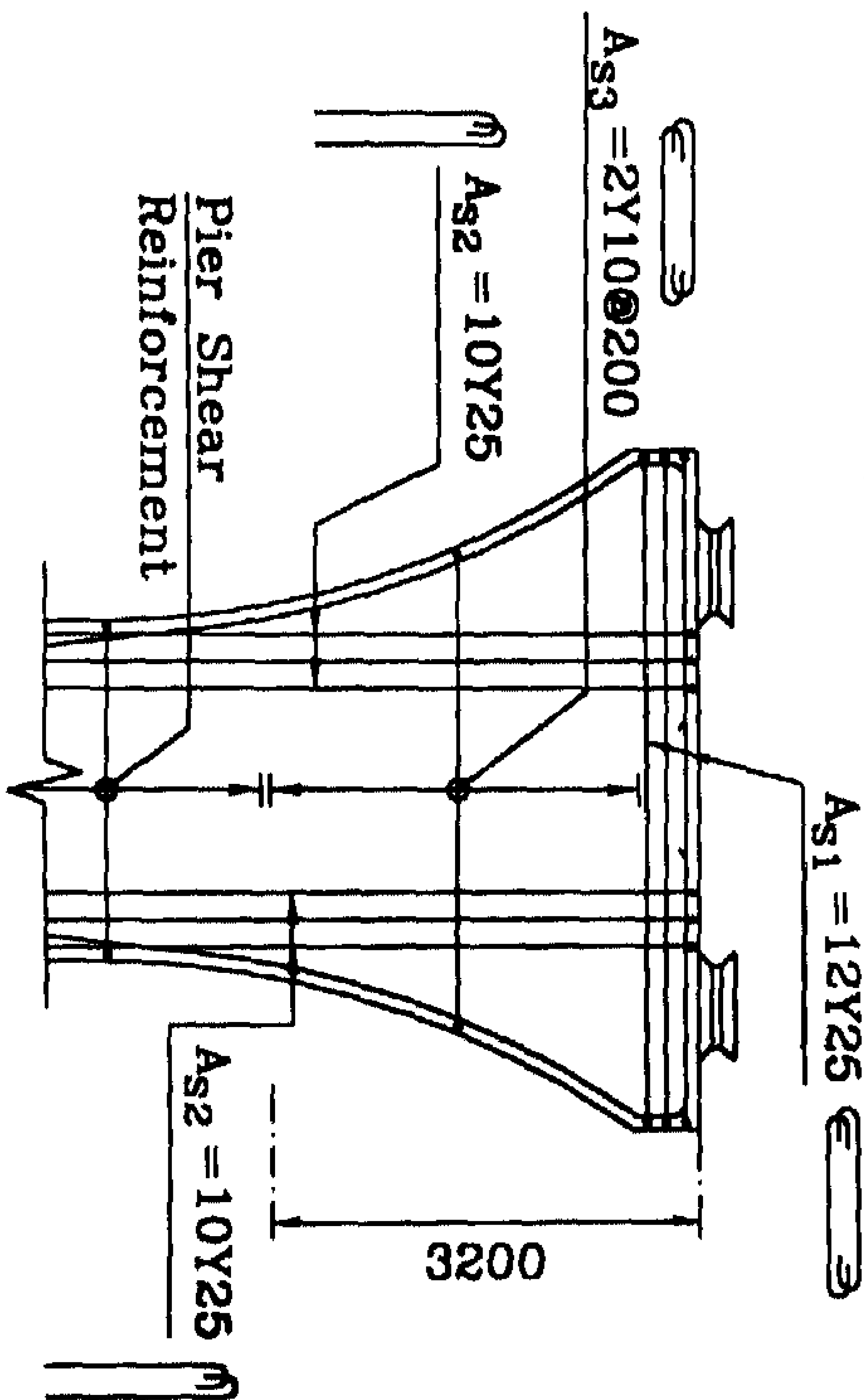



Fig. 12- Schematic reinforcement details

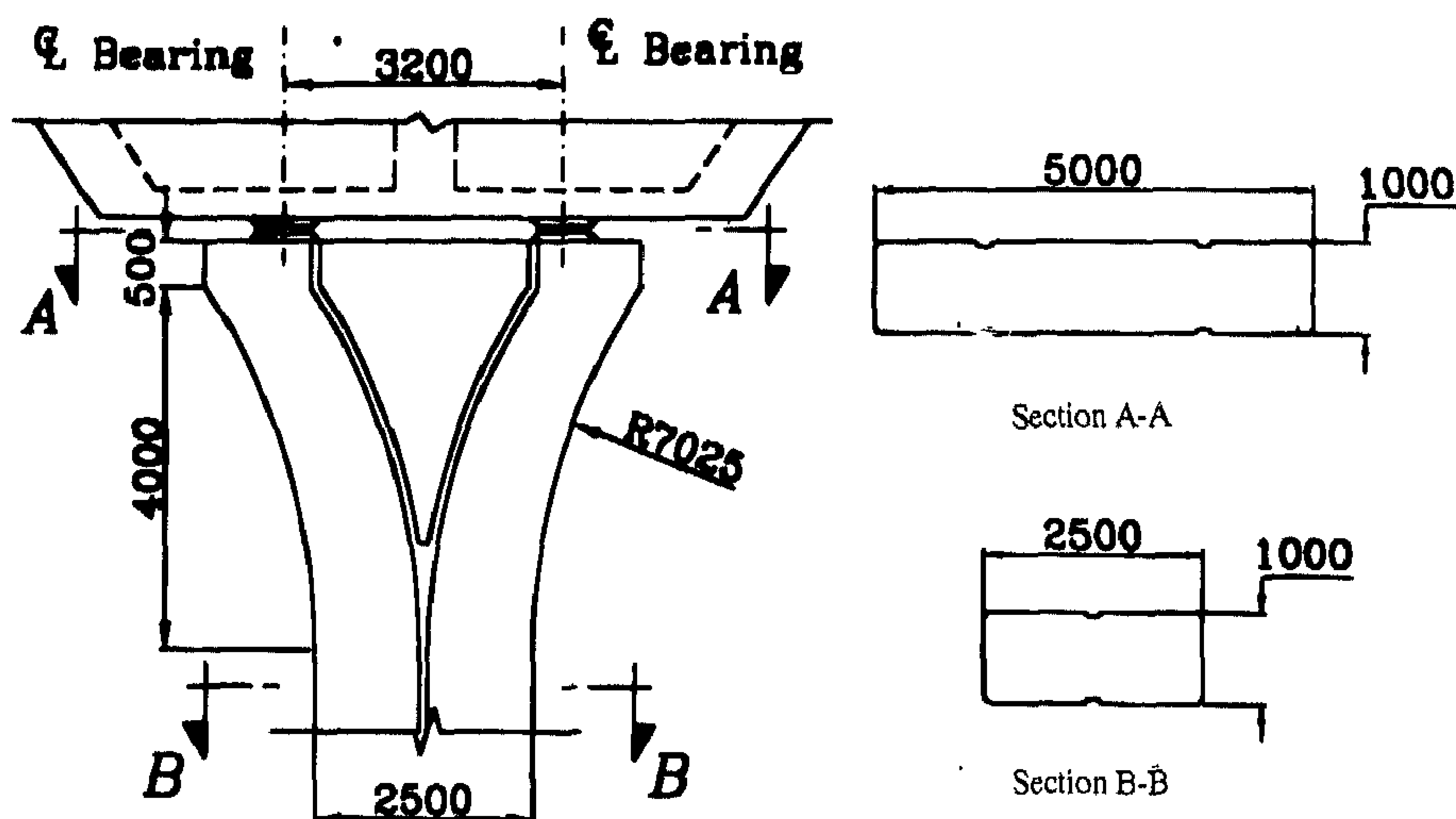
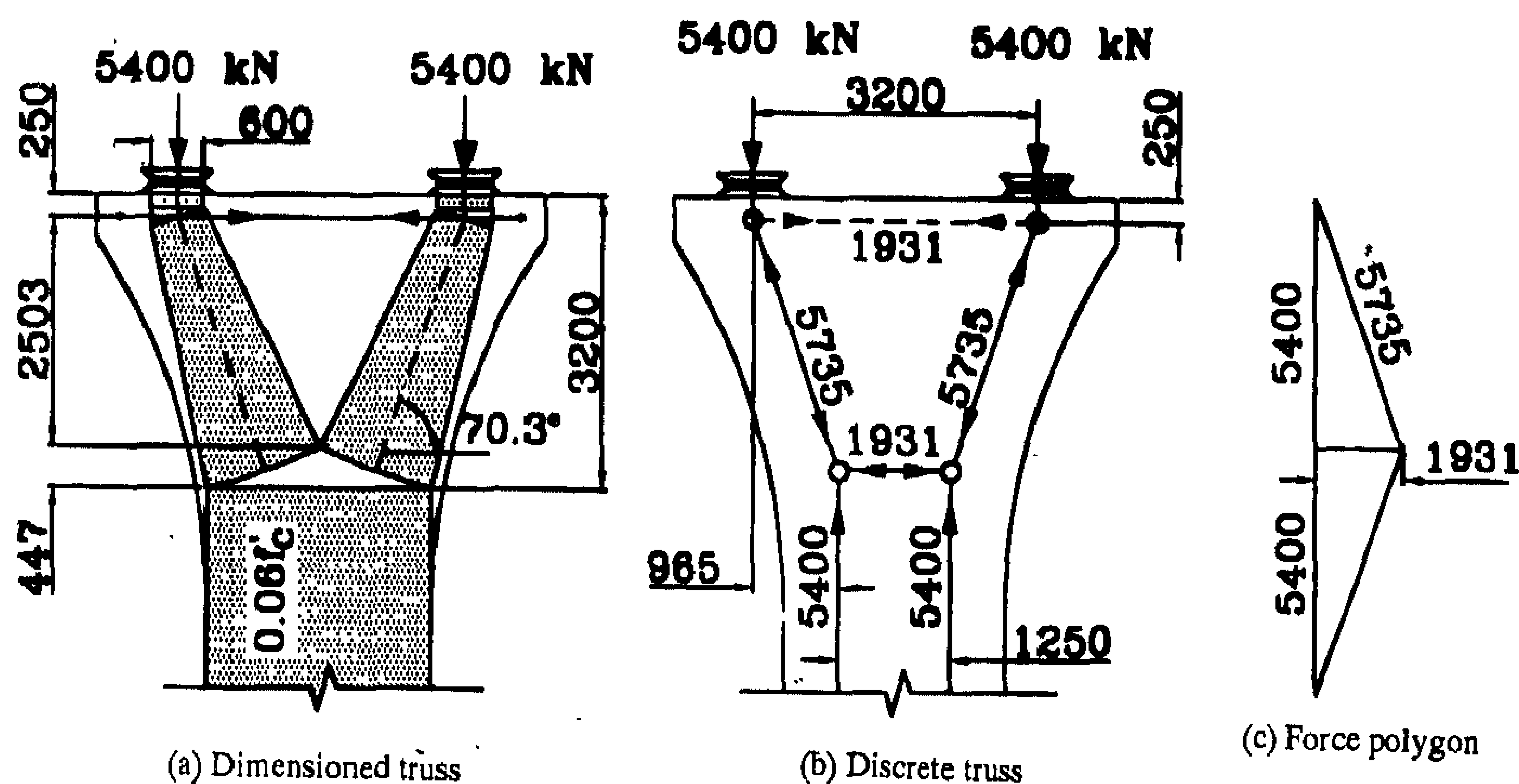
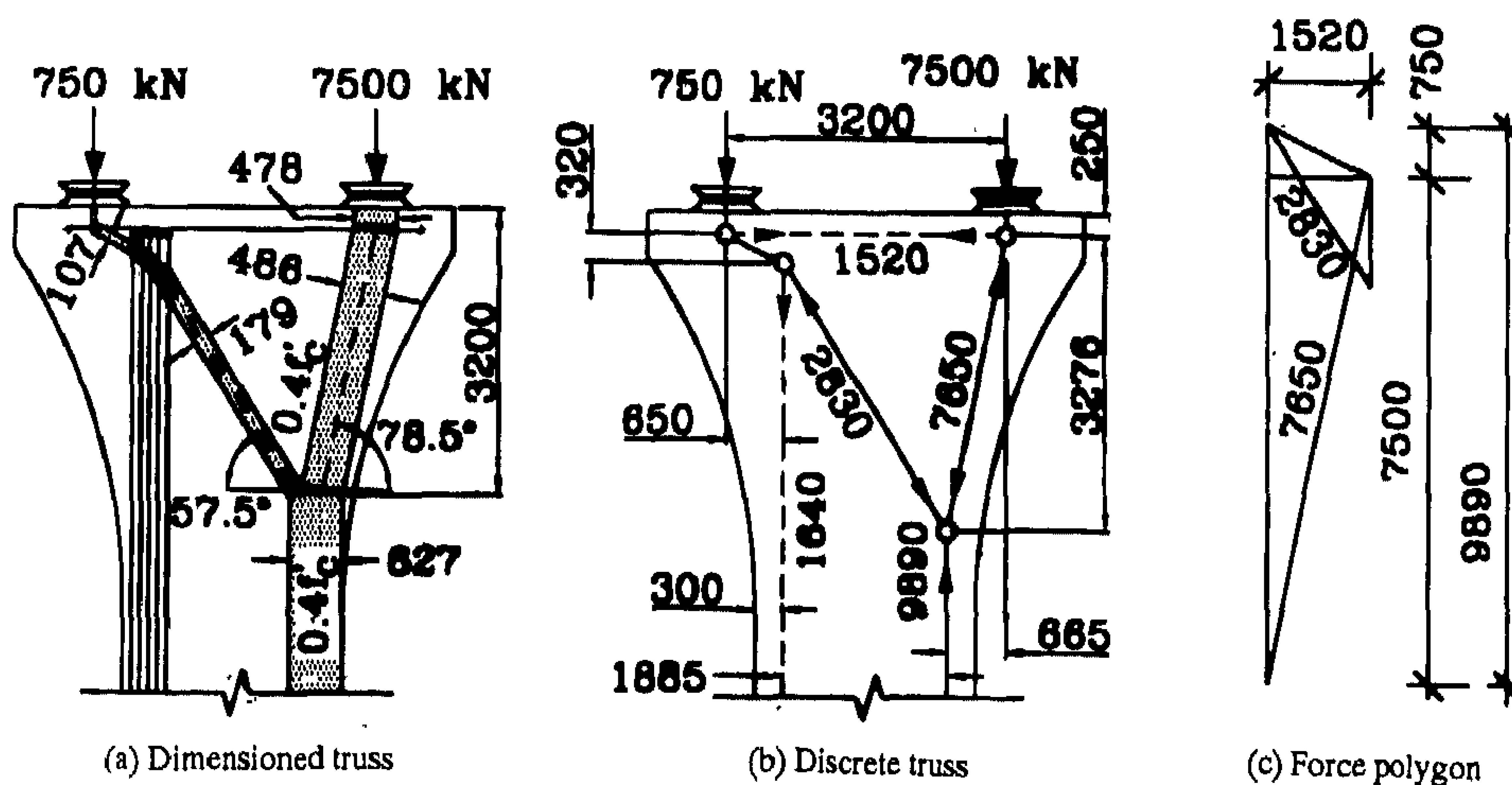



Fig. 7- Pier hammerhead dimensions



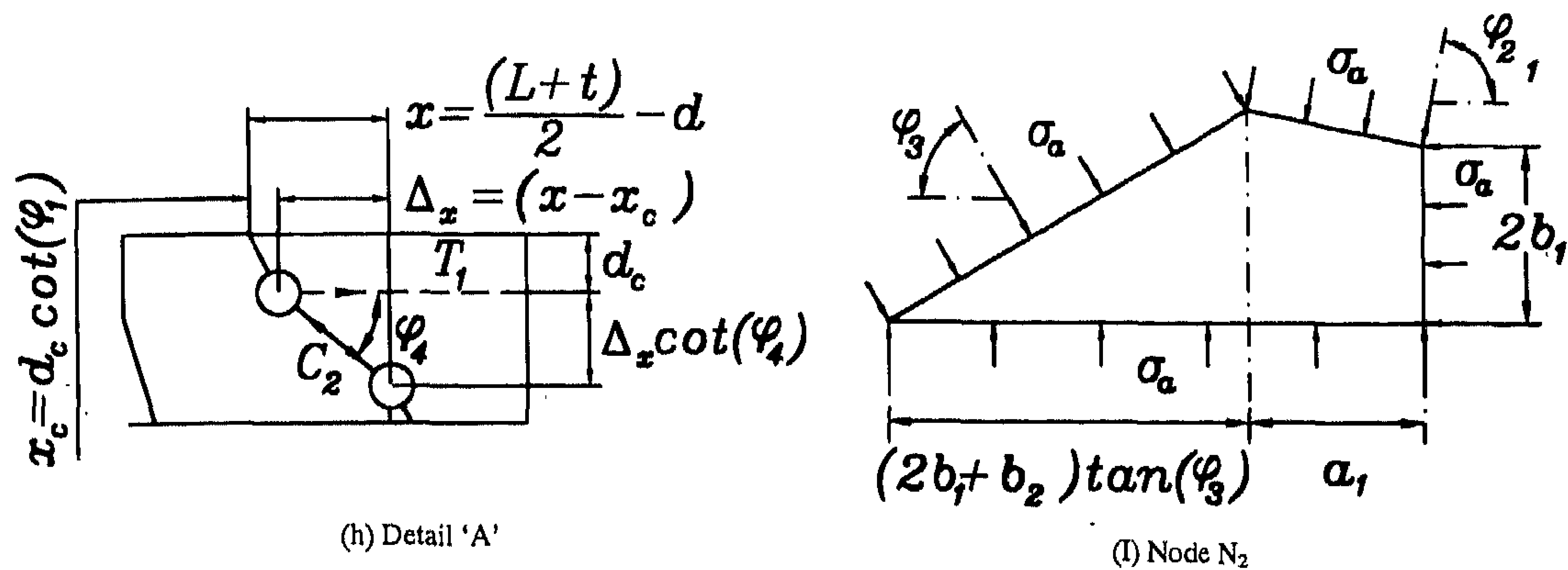

(a) Dimensioned truss (b) Discrete truss (c) Force polygon

Fig. 8- Truss model for symmetrical load case




(a) Dimensioned truss (b) Discrete truss (c) Force polygon

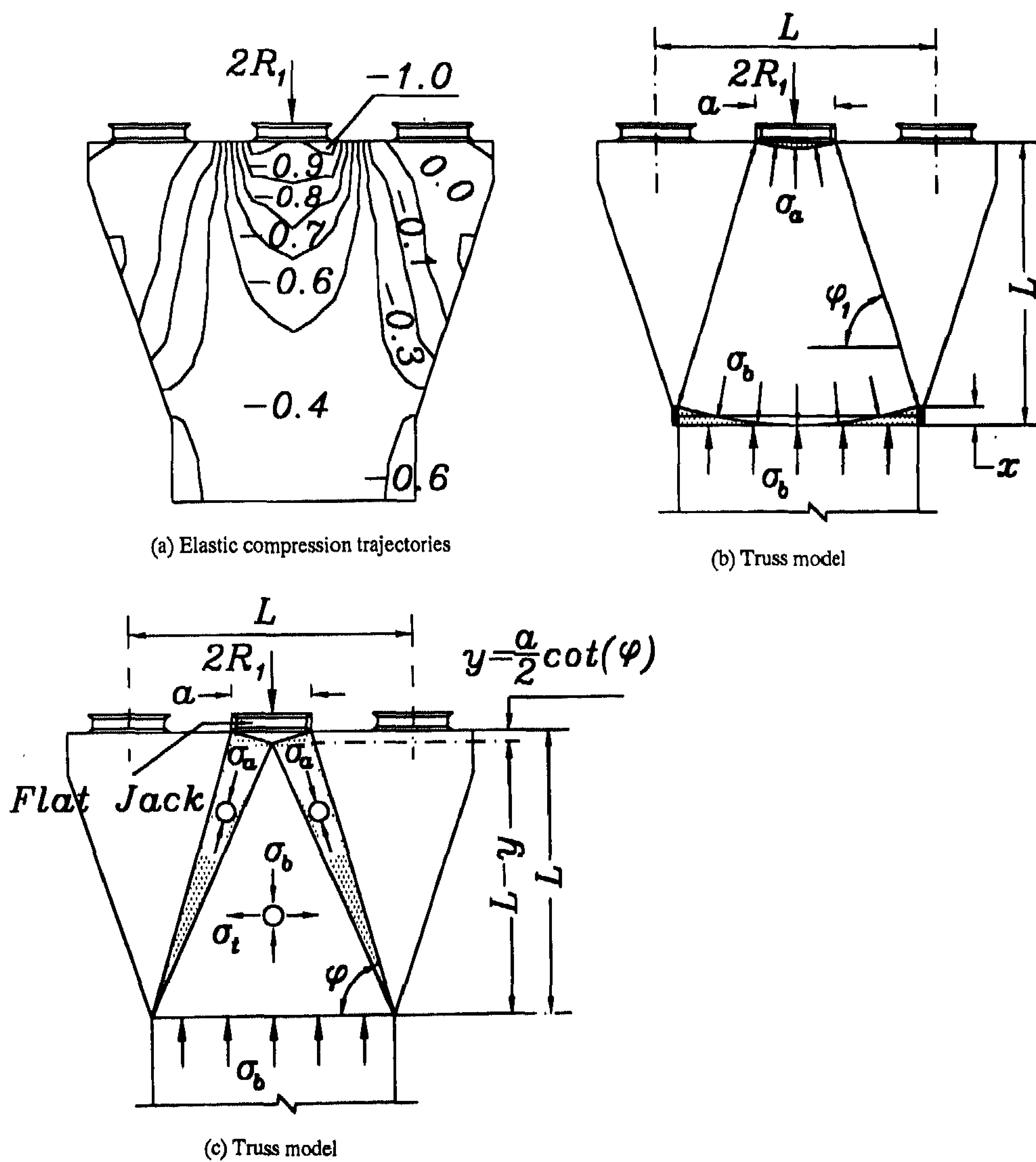
Fig. 9- Truss model for asymmetrical ( eccentric ) loading




(h) Detail 'A'

(I) Node $N_2$

Fig. 5- Truss model for lateral load case ( continued )




(a) Elastic compression trajectories

(b) Truss model

(c) Truss model

Fig. 6- Truss model temporary jacking load case

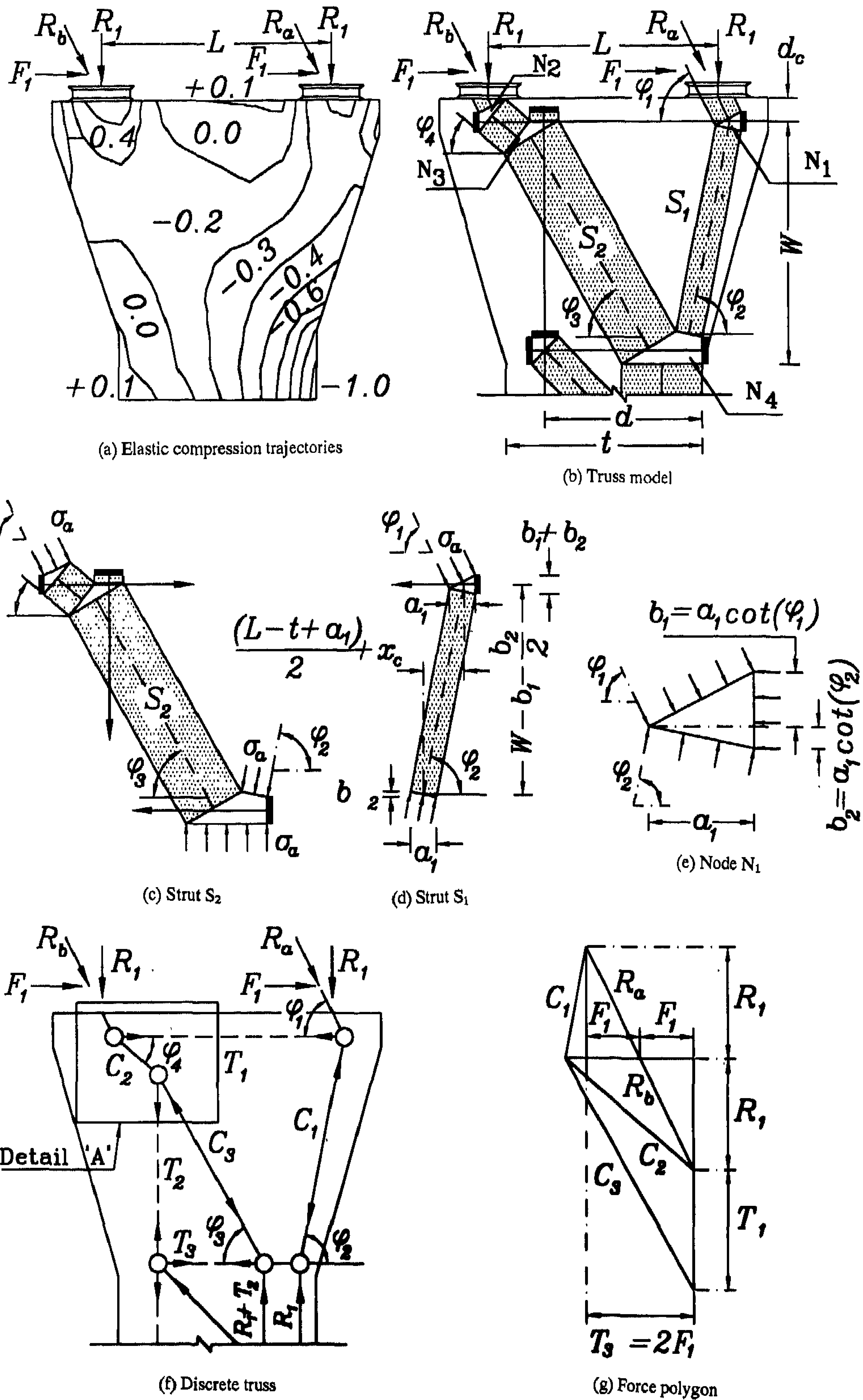
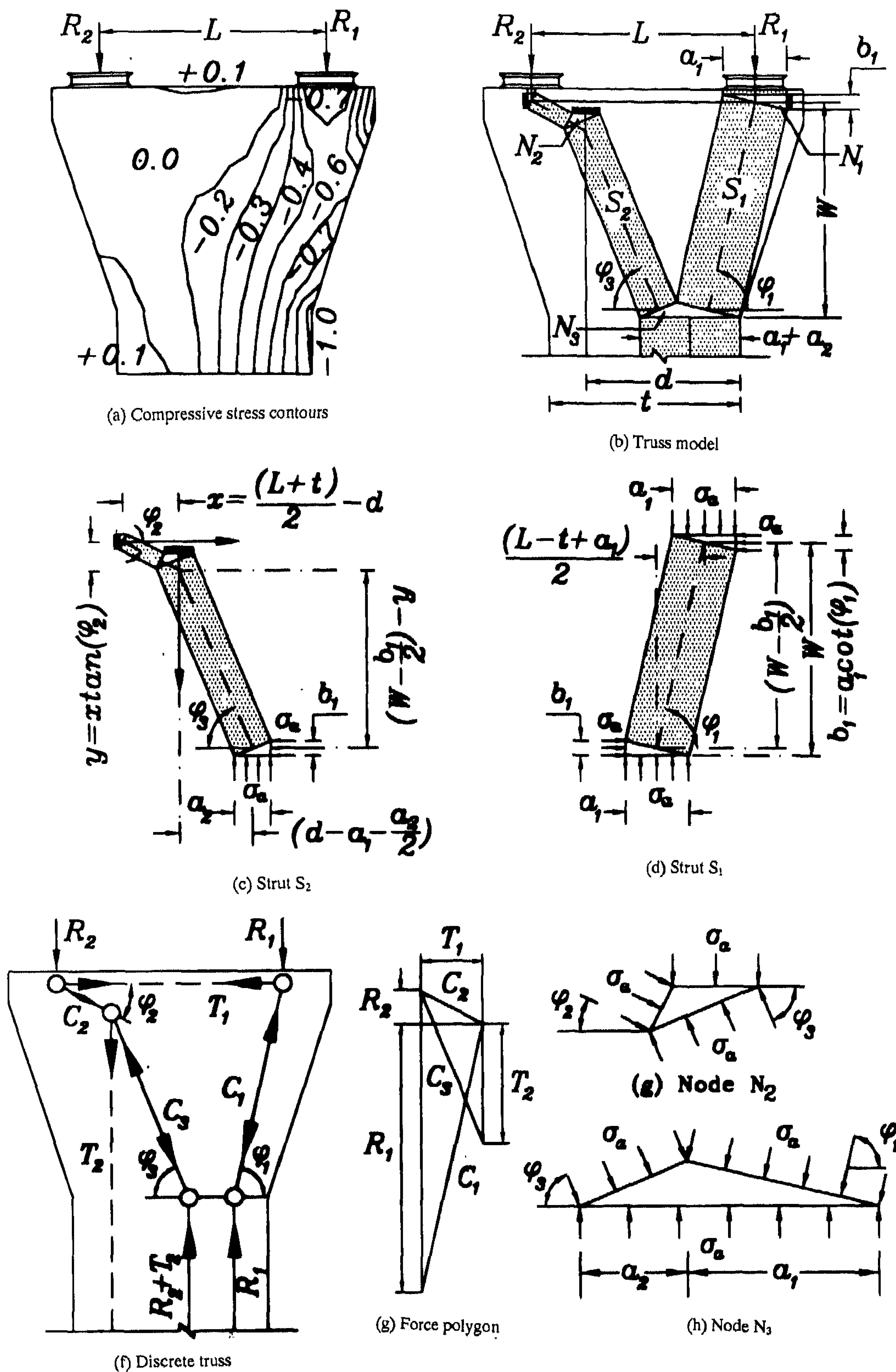



Fig. 5- Truss model for lateral load case



(a) Compressive stress contours

(b) Truss model

(c) Strut $S_2$

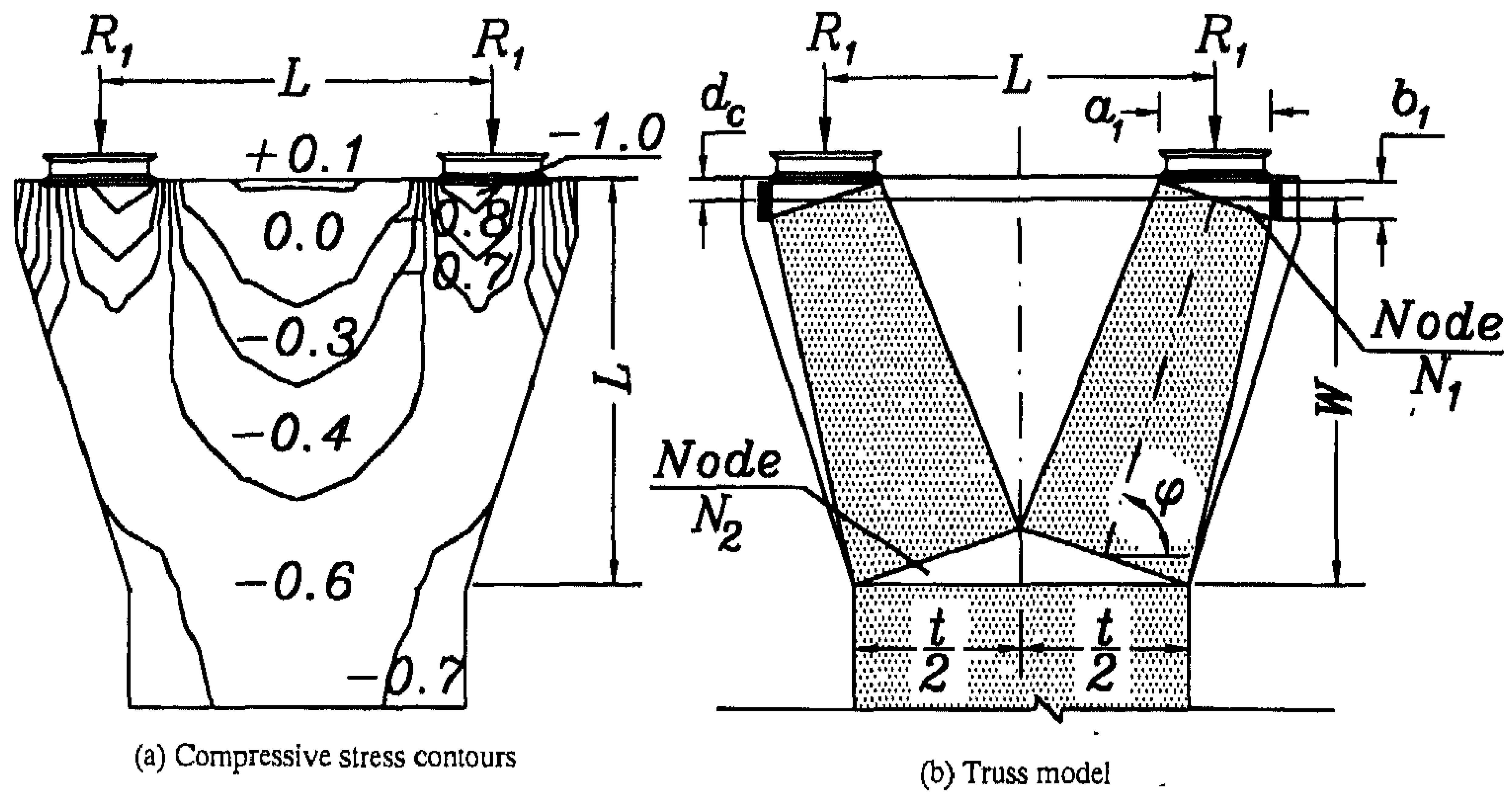
(d) Strut $S_1$

(f) Discrete truss

(g) Force polygon

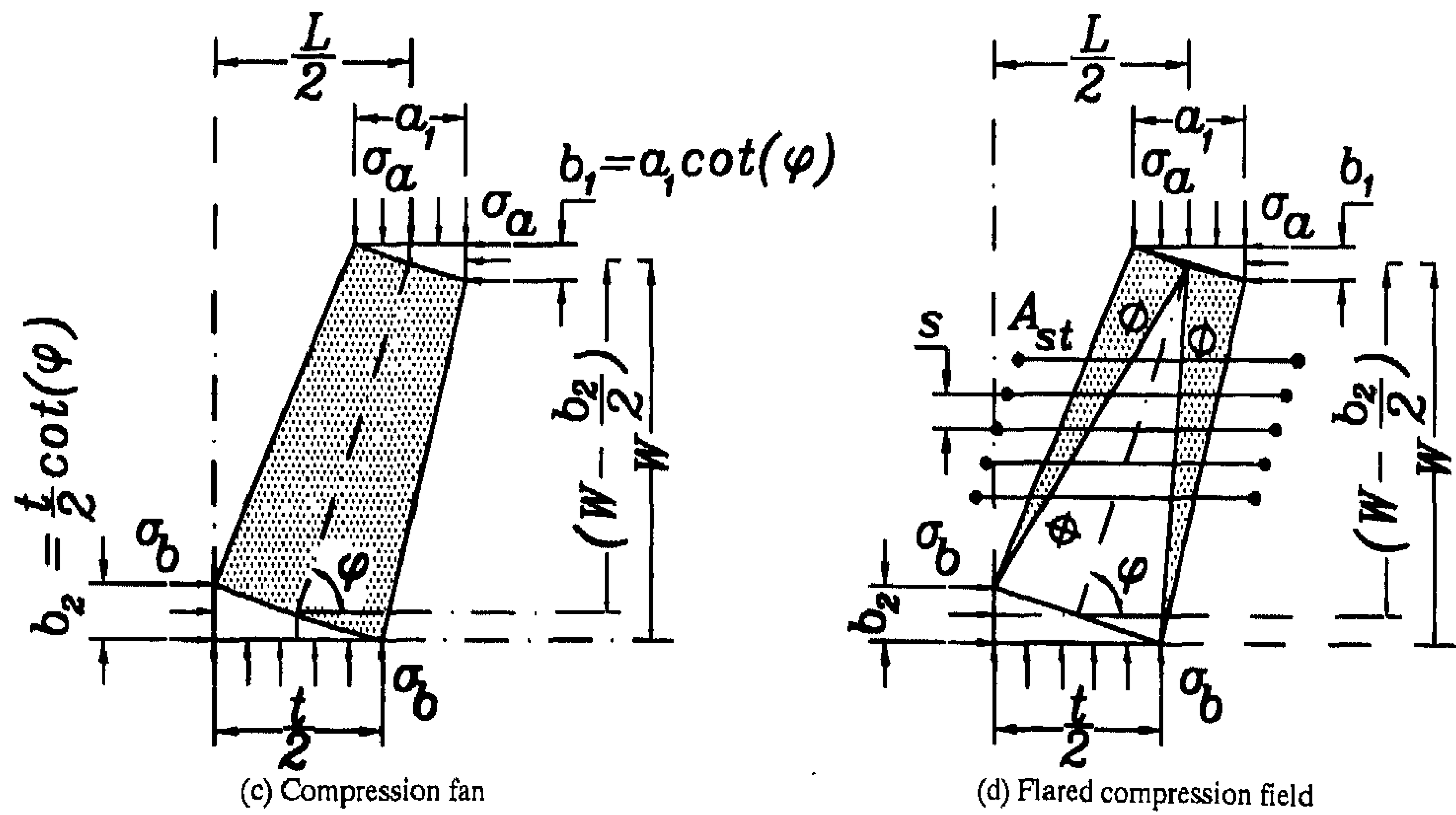
(h) Node $N_3$

Fig. 4- Truss model for eccentric load case



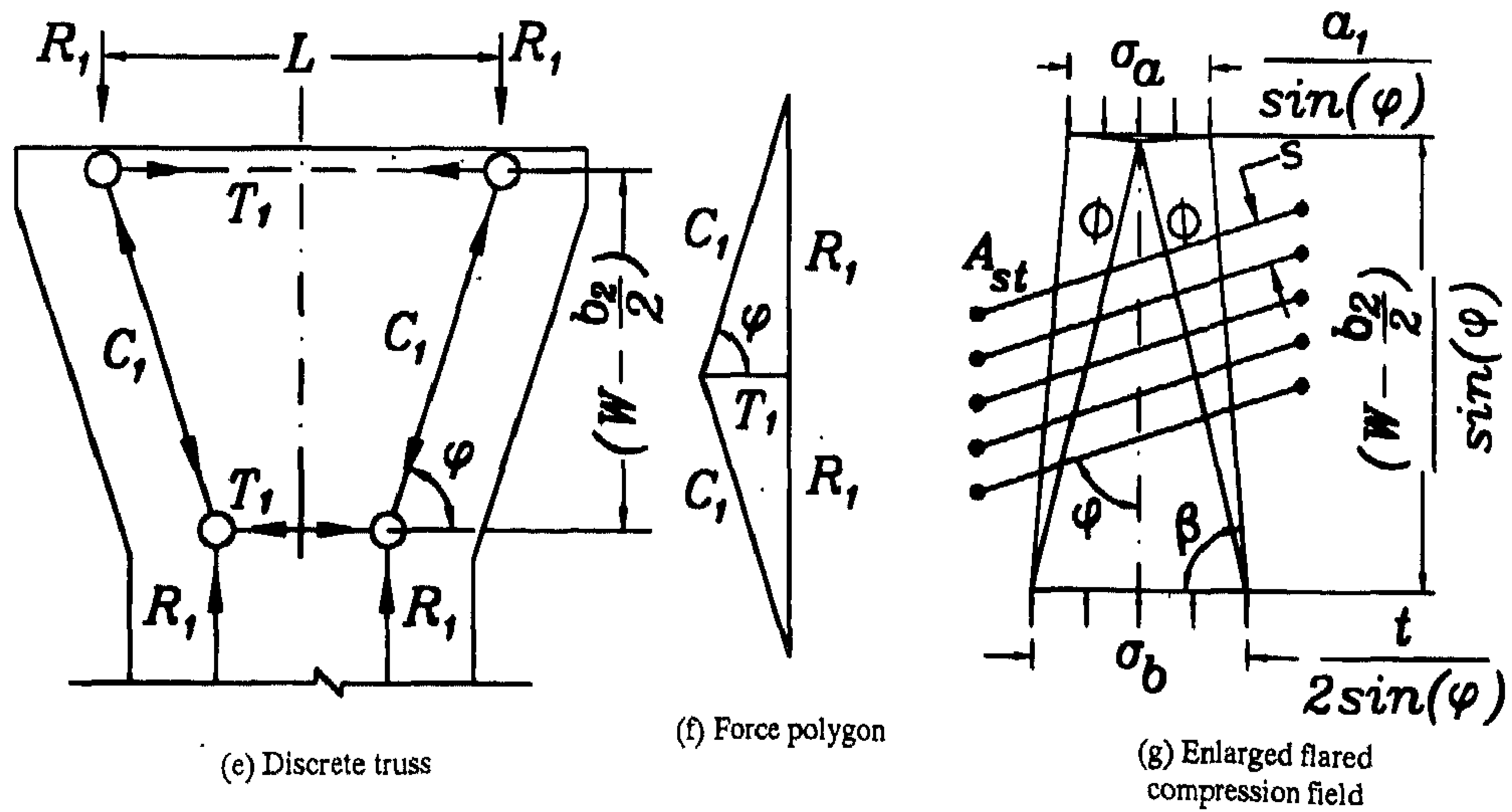
(a) Compressive stress contours

(b) Truss model



(c) Compression fan

(d) Flared compression field



(e) Discrete truss

(f) Force polygon

(g) Enlarged flared compression field

Fig. 3- Truss model for symmetrical load case

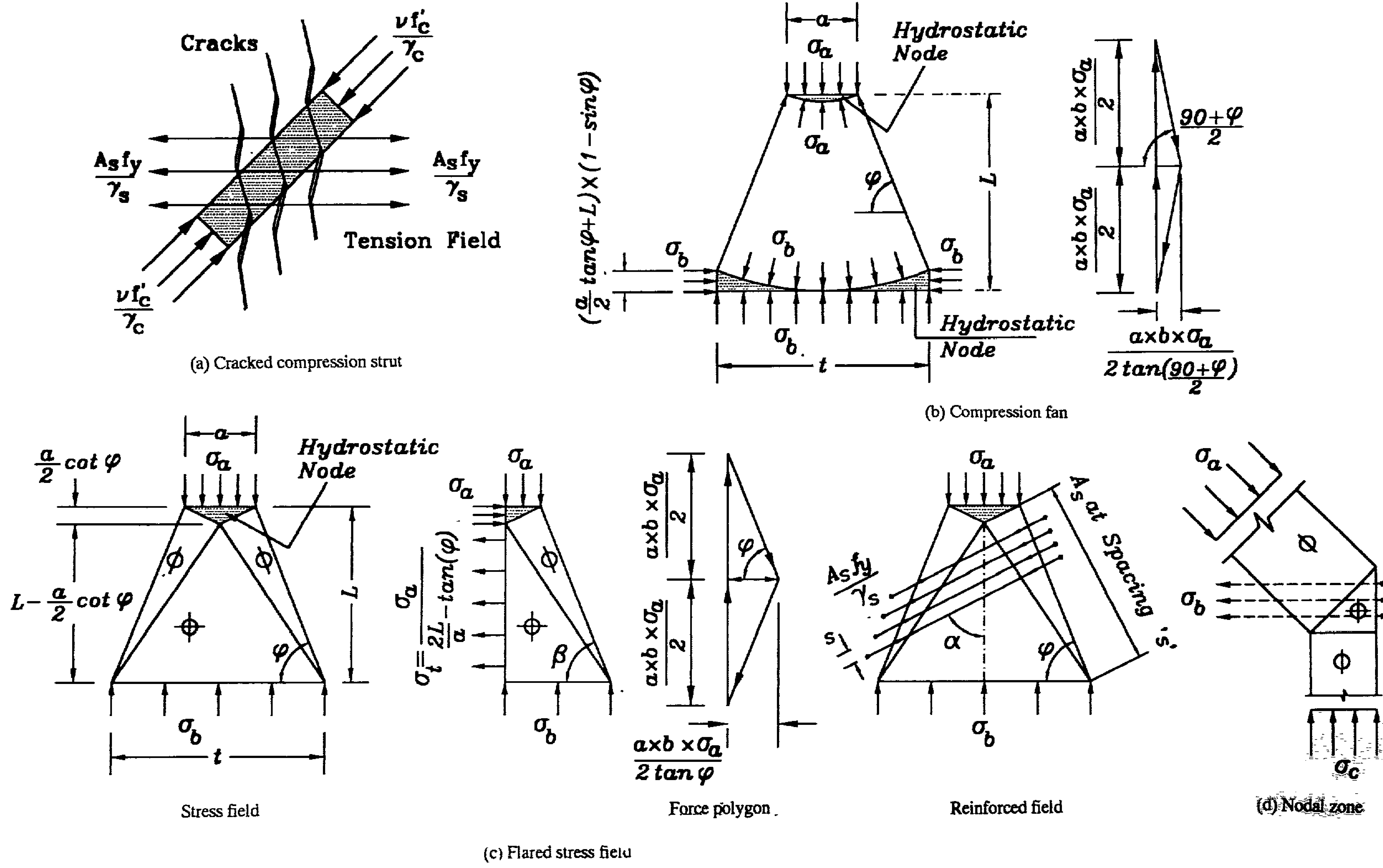
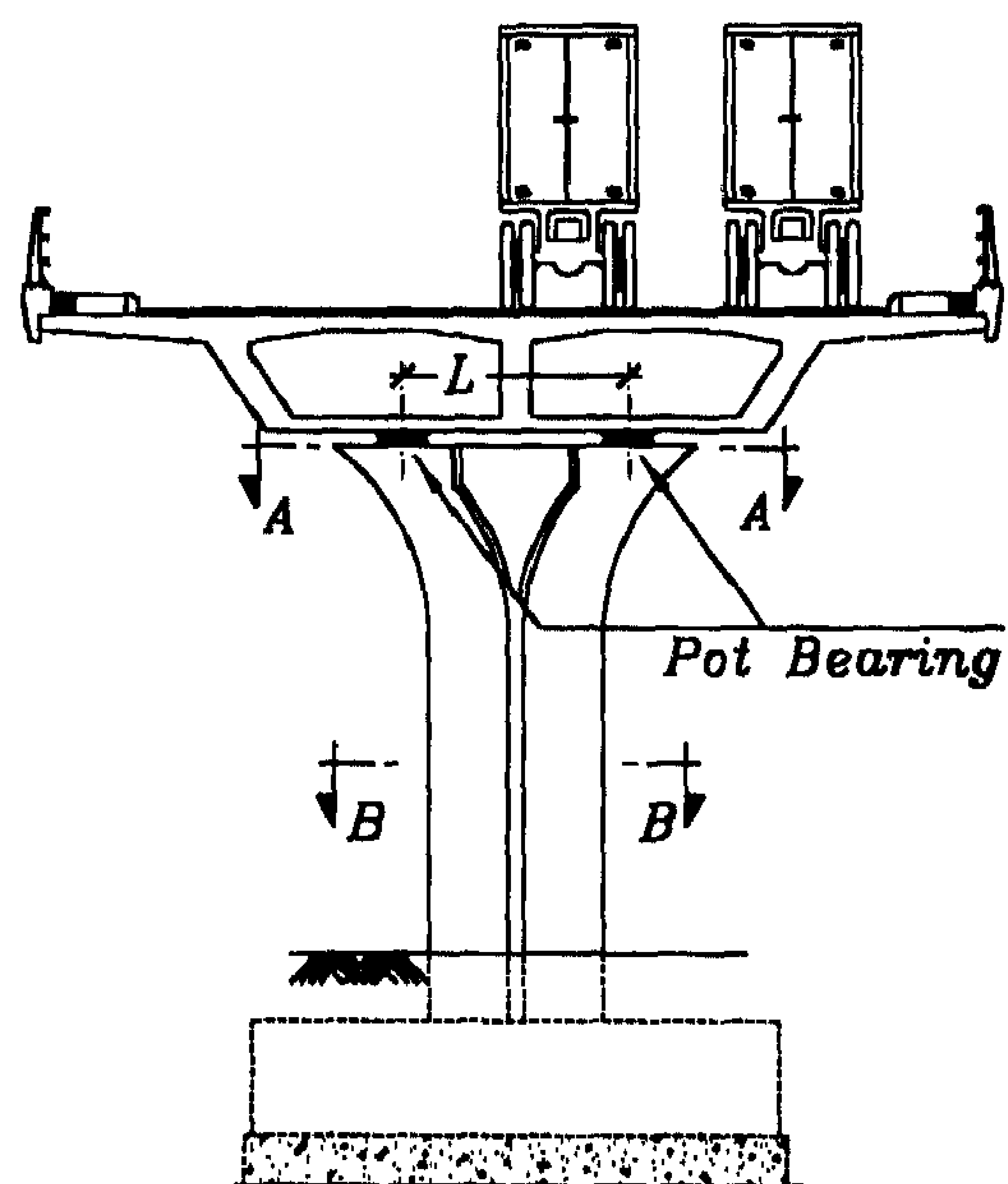
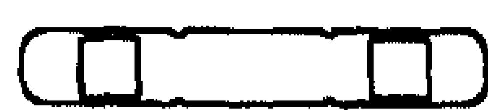
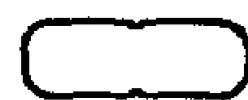



Fig. 2 - Strut - and - tie model components



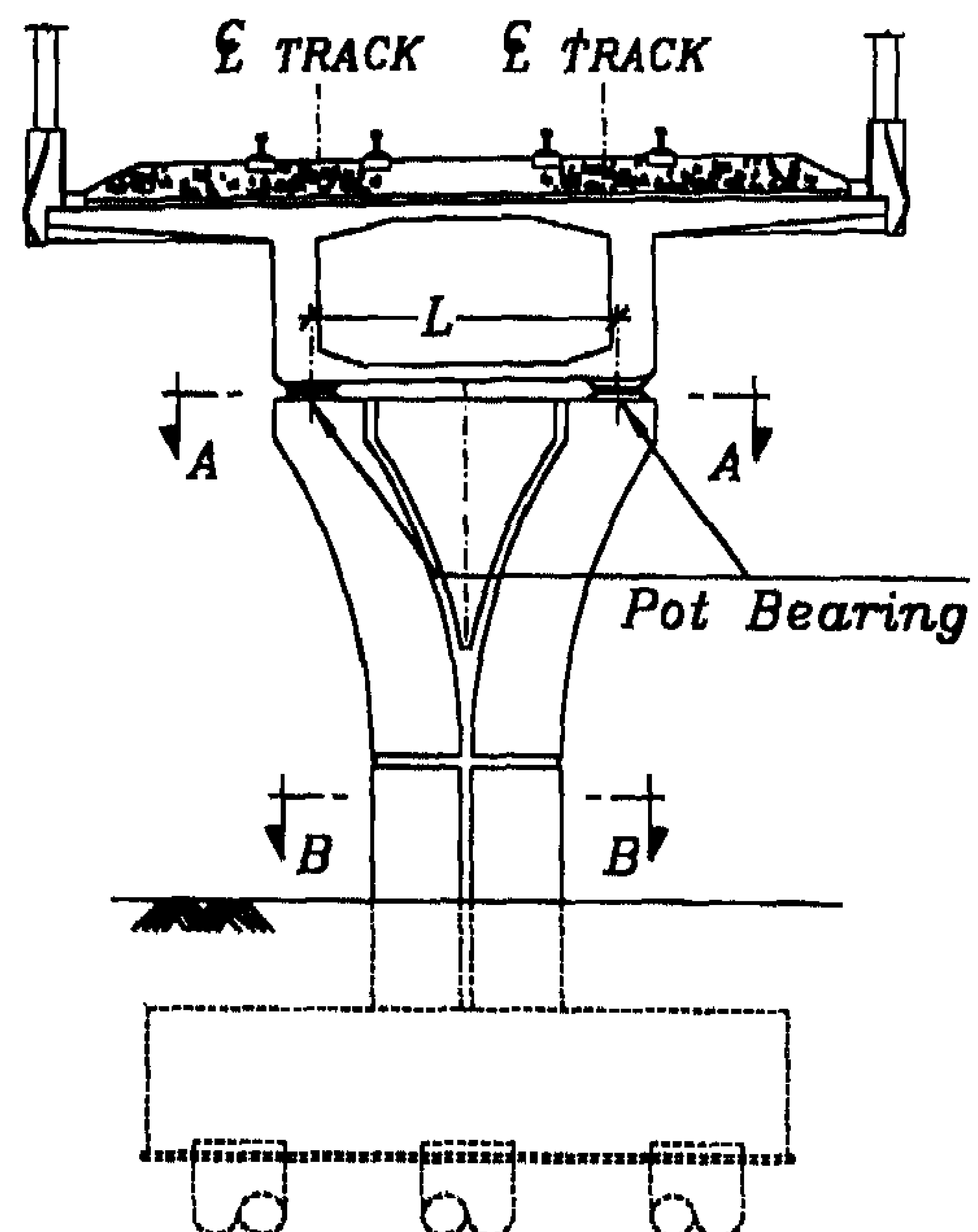



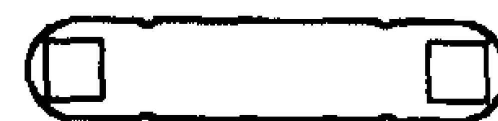
Section A-A



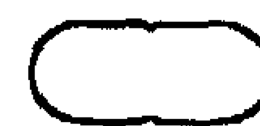
Section B-B

(a) Highway bridge



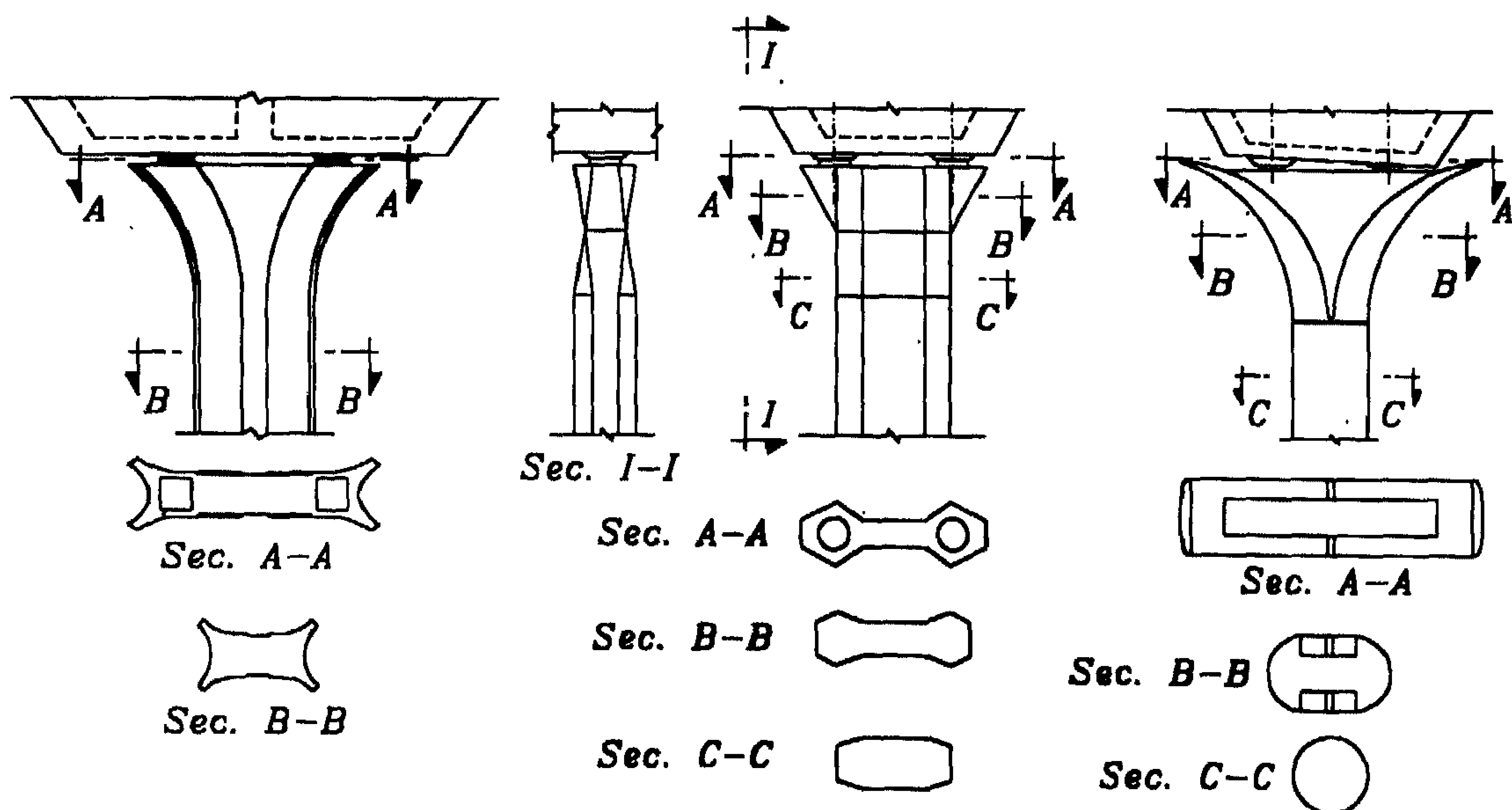



Section A-A



Section B-B

(b) Railway bridge




(c) Various hammerhead shapes

Fig 1. Practical examples of flared bridge piers

drawn, resulting in $T_1$= 1829 kN. 4. Angle $\phi_4$ is then given by $\phi_4 = \tan^{-1}(3200/(1200+1829)) = 46.6^o$, and distances $b_2$ and $\Delta_x$ are obtained by: $b_2 = 204 \cot(\phi_2) = 38$ mm and $\Delta_x = 556$ mm.

5. Angle $\phi_3$ is calculated from eqn. 10 as follows:

$$(\frac{38+2\times 76}{2})\tan(\phi_3)^2 - (2500-204)\tan(\phi_3)$$

$$+(2950-556\ \tan(46.6) - \frac{38+2\times 76}{2}) = 0 \Rightarrow \phi_3 = 50.3^o$$

6. Knowing angle $\phi_3$, the force polygon shown in Fig. 10.d is completed, and the truss forces and dimensions are obtained.

7. The steel reinforcement area $A_{s2}$ corresponding to tension force $T_2$= 449 kN is then equal to $449\times1000/(420/1.15)=1229$ mm$^2$.

### 5.4. Temporary Jacking Case

The flared stress field shown in Fig. 2.c is adopted (Fig. 11). The force polygon shown in Fig. 11.b indicate that the transverse tension force is equal to 850 kN, distributed over a vertical distance of 3094 mm. The required stirrups area is then equal to $850\times1000/(420/1.15)$= 2327mm$^2$= 150 mm$^2$ @ 200 mm = 2Y10@200 mm.

### 5.5. Reinforcement Details

According to the proposed models, the reinforcement details shown in Fig. 12 are suggested. It should be emphaized here that, tension ties ($T_1$ or $T_2$) should be well anchored (developed) beyond the node surface (U shaped bars are used here for this purpose). Also, steel reinforceent corresponding to reversible load (eccentric and/or lateral) cases should be provided in each face of the pier.

## 6. SUMMARY AND CONCLUSION

A simple approach has been introduced to design flared bridge piers hammerheads. The proposed method is based on the theory of plasticity, manifested in the so-called 'strut-and-tie' or 'truss' models, in which basic equilibrium and strength requirements are of primary concern. Solutions for different cases of loading including maximum vertical load, maximum eccentric load, lateral load due to wind or earthquakes, and temporary jacking load were introduced and discussed. A worked example showing the applicability of the proposed models was provided.

In addition to being a powerful design tool, 'truss models' provides the engineer with the required insight regarding the behavior of the designed element, especially in cases, where traditional design methodologies do not apply. In the current case, it has been shown that well anchored bars must be used at the top of the pier to resist the splitting forces generated between the bearings. Furthermore, for the case of eccentric and lateral loading, truss models indicate the importance of extending some of the pier vertical reinforcement all the way up to the pier top to resist the generated tension field.. Finally, the temporary jacking model, shows the need of providing uniformly distributed stirrups along the hammerhead to resist the generated bursting stresses.

## NOTATIONS

$a$ = bearing width (mm)
$L$ = spacing between bearings (mm)
$b$ = thickness of the analyzed element (mm)
$f_c$ = concrete strength (MPa)
$f_y$ = steel yield stress (MPa)
$\gamma_c$ = concrete partial safety factor = 1.5
$\gamma_s$ = steel partial safety factor = 1.15
$f_{cd}$ = effective concrete stress = $0.85\ f_c/\gamma_c$ (MPa)
$f_s$ = effective steel stress = $f_y/\gamma_s$ (MPa)
$A_s$ = area of steel reinforcement (mm)
$\nu$ = concrete strut efficiency factor

6. From the free-body equilibrium of strut $S_2$, find the angle of inclination $\phi_3$ as follows:

$$\left(\frac{b_2 + 2b_1}{2}\right)\tan(\phi_3)^2 - (d - a_1)\tan(\phi_3) + \left(W - \Delta_x \tan(\phi_4) - \frac{b_2 + 2b_1}{2}\right) = 0 \quad (10)$$

7. Knowing angle $\phi_3$, the force polygon shown in Fig. 5.e is completed, and the tension forces $T_2$ and $T_3$ are obtained.

Similar to the previous load case, and due to the possible reversal of lateral loads, symmetrical steel reinforcement resisting a tension force T2 must be placed in each face of the pier.

### 4.4. Case of Temporary Jacking

A single flat jack is used in this case to lift the bridge in order to facilitate bearing replacement. Two truss models are introduced in Fig. 6.a and b for this case of loading. In the truss model of Fig. 6.a, a compression fan is used to spread-out the reaction $2R_1$, with stress $\sigma_a$, to a uniform stress $\sigma_b$ at the end of the disturbed region. The fan opening angle $\phi$ is obtained using eqn. 2. The confining force $F_c$ is obtained by applying equation 3, with the term $a \times b \times \sigma_a$ replaced by $2 \times R_1$.

The flared stress field shown in Fig. 6.b is similar to that of the compression fan, except that the confining steel is distributed over a distance equal to $L-(a/2)\cot(\phi)$, where $\cot(\phi) = (t-a)/2L$. The tension force is obtained from the force polygon (Fig. 2.c) and is equal to $R_1\cot(\phi)$.

## 5. WORKED EXAMPLE

The flared bridge pier shown in Fig. 7 is subjected to: (a) symmetrical loading $2R_1 = 2\times5400$ kN, (b) eccentric loading $R_1=7500$ kN, and $R_2=750$ kN, (c) seismic loading $2R_1 = 2\times3200$ kN and $2F_1 = 2\times1200$ kN, and (d) temporary jacking load $2R_1 = 6400$ kN. The concrete strength $f'_c = 46.16$ MPa ($0.85 f'_c = 39.24$ Mpa), and the steel yield stress $f_y = 420$ MPa.

### 5.1. Symmetrical Load Case

Assuming the depth of the D-region to be equal to 3200 mm, and applying the truss model shown in Fig. 3.b, the vertical strut stress $\sigma_a = 5400/600 = 9$ MPa $< 0.6\times39.24/1.5$ (15.7 MPa). The fan inclination angle $\phi$ is obtained by applying eqn. 6 as follows:

$$\left(\frac{2\times3200 - 2500}{4}\right)\tan(\phi)^2 - (3200 - 250)\tan(\phi) + \frac{2500}{4} = 0 \Rightarrow \phi = 70.3^o$$

Knowing angle $\phi$, the discrete truss and the force polygon shown in Figs. 8.b, and 8.c respectively are drawn and the tension force $T_1$ is evaluated. The required top steel area is calculated from eqn. 5, resulting in $A_{s1} = 1931\times1000/(420/1.15) = 5287$ mm$^2$.

### 5.2. Eccentric Load Case

Using the same depth for the D-region (3200 mm), the truss model shown in Fig. 4 is applied (Fig. 9.a). The width of the vertical strut under bearing reaction $R_1$ is given by $a_1 = 7500/(15.7) = 478$ mm. Applying equation 7, the inclination angle $\phi_1$ is obtained as follows:

$$\left(\frac{3200 - 2500 + 478}{2}\right)\tan(\phi_1)^2 - 2950\tan(\phi_1) + \frac{478}{2} = 0 \Rightarrow \phi_1 = 78.5^o$$

Knowing $\phi_1$, the force polygon at node $N_1$ is drawn, and the tension force $T_1$ is established (1520 kN). Node $N_1$ vertical dimension $b_1$ is given by $b_1 = a_1\cot(\phi_1) = 600\cot(78.5) = 97$mm. Combining the forces $R_2$ (750 kN), and $T_1$ (1520 kN), angle $\phi_2$ becomes equal to 25.3°. Strut $C_2$ (Fig. 4.e) intersects the vertical steel reinforcement at distances x= 650 mm, and y=320 mm. Angle $\phi_3$ is obtained by applying eqn. 8 :

$$\frac{97}{2}\tan(\phi_3)^2 - (2200 - 478)\tan(\phi_3) + \left(2950 - 320 - \frac{97}{2}\right) = 0 \Rightarrow \phi_3 = 57.5^o$$

Knowing $\phi_3$, the force polygon shown in Fig. 9.c is completed and tension $T_2$ is calculated (1640 kN). The steel area corresponding to $T_2$, then becomes $A_{s2} = 1640\times1000/(420/1.15) = 4490$ mm$^2$.

### 5.3. Lateral Load Case

The truss model shown in Fig. 10 is a direct application of Fig. 5 model. The following steps were used to fully determine the truss forces, and dimensions:

1. Angle $\phi_1$ is determined by $\phi_1 = \tan^{-1}(3200/1200) = 69.4°$, and distance $a_1$ by $a_1 = 3200/(15.7) = 204$ mm, resulting in $x_c = 94$mm, and $b_1 = 76$ mm.

2. Applying eqn. 9, angle $\phi_2$ can be evaluated as follows:

$$\left(\frac{3200 - 2500 + 204}{2} + 94\right)\tan(\phi_2)^2 - (2950 - 2\times76)\tan(\phi_2) + \frac{204}{2} = 0 \Rightarrow \phi_2 = 78.9^o$$

3. Knowing angle $\phi_2$, the force polygon at node $N_1$ is

The truss model shown in Fig. 3.b is guided by the elastic stress distribution of Fig. 3.a. In this model, a vertical strut is established under each bearing, with a stress intensity $\sigma_a$ satisfying the maximum allowable stresses given by eqn. 1.b. The vertical strut intersects the tension tie $T_1$ at node $N_1$, where a compression fan (or flared stress field) is used to spread-out the high stresses at node $N_1$ ($\sigma_a$) to the lower stress $\sigma_b$ at node $N_2$. Below the bottom face of node $N_2$, the pier is under uniform stresses $\sigma_b$, and its design can be found elsewhere. It can be shown, using free-body equilibrium of a single fan, that the fan inclination angle $\phi$ (Fig. 3.c) is given by:

$$\left(\frac{2L-t}{4}\right)\tan(\phi)^2 - W\tan(\phi) + \frac{t}{4} = 0 \qquad (6)$$

Once the angle $\phi$ is determined, the force polygon shown in Fig. 3.f can be drawn and tension force $T_1$ can be evaluated. Equation 5 is then applied to obtain the steel reinforcement area $A_{s1}$ corresponding to tension $T_1$.

The compression fan can be replaced by the flared compression field shown in Fig. 3.c. Knowing the field axial force $C_1$, angle $\phi$, and all other geometric dimensions (Fig. 3.f), the stirrup reinforcement $A_{st}$ can be evaluated using eqn. 4.

### 4.2. Eccentric Load Case

The pier in this case is subjected to the two unequal loads $R_1$ and $R_2$, corresponding to eccentric live load on deck (Fig.4). Elastic stress analysis (Fig. 4.a) suggests the truss model shown in Fig. 4.b. The following steps were followed to develop the shown truss model:

1. Two vertical struts are established underneath each bearing, with a width corresponding to stress $\sigma_a$, satisfying the maximum allowable value given by eqn. 1.b.
2. Starting by the larger force $R_1$, which intersects the centerline of the top steel reinforcement at node $N_1$. The inclination of strut $S_1$, denoted here as $\phi_1$, is determined by studying the free-body equilibrium of the strut (Fig. 4.d). It can be shown that angle $\phi_1$ is given by the equation:

$$\left(\frac{L-t+a_1}{2}\right)\tan(\phi_1)^2 - W\tan(\phi_1) + \frac{a_1}{2} = 0 \qquad (7)$$

3. Once angle $\phi_1$ is determined, the force polygon at node $N_1$ can be constructed, the top reinforcement tension force $T_1$, and inclined strut compression force $C_1$ can be evaluated.
4. Knowing the forces $R_2$ and $T_1$, strut $S_2$ inclination angle $\phi_2$ is determined (Fig. 4.e). Strut $S_2$ intersects the vertical pier reinforcement at node $N_3$, and their point of intersection will lie on strut $S_3$ centerline.
5. Strut $S_3$ inclination angle $\phi_3$ is then determined by studying its free-body equilibrium (Fig. 4.c) resulting in the equation:

$$\frac{b_1}{2}\tan(\phi_3)^2 - (d - a_1)\tan(\phi_3) + \left(W - y - \frac{b_1}{2}\right) = 0 \qquad (8)$$

6. As angle $\phi_3$ is determined, the force polygon shown in Fig. 4.f can be completed and tension force $T_2$, and compression force $C_3$ are obtained.
7. Steel reinforcement resisting tension force $T_2$ is obtained using eqn.5. This reinforcement must be used in both faces of the pier due to the reversible nature of eccentric live load.

### 4.3. Case of Lateral Loading

The bridge pier in this case is subjected to two equal vertical reactions $2\times R_1$, plus two equal horizontal forces $2\times F_1$. The same approach used in the case of eccentric live load is applied to the current case (Fig. 5). Guided by the elastic stress analysis of Fig. 5.a, the truss model shown in Fig. 5.b is assumed. The following steps were followed to fully determine all forces, dimensions and stresses of the shown truss:

1. From the force polygon at the bearings, the resultant forces '$R_a$' and '$R_b$' magnitude and direction '$\phi_1$' are evaluated ($R_a = R_b = \sqrt{R_1^2 + F_1^2}$ , and $\phi_1 = \tan^{-1}[R_1/F_1]$).
2. The point of intersection of $R_a$, and centerline of top steel (tie $T_1$) is established.
3. From the free-body equilibrium of strut $S_1$, it can be shown that its angle of inclination $\phi_2$ is given by:

$$\left(\frac{L-t+a_1}{2} + x_c\right)\tan(\phi_2)^2 - (W - 2b_1)\tan(\phi_2) + \frac{a_1}{2} = 0 \qquad (9)$$

4. Knowing angle $\phi_2$, node $N_1$ force polygon is completed and the tension force $T_1$ is obtained.
5. The intersection point of resultant $R_b$ and tension tie $T_1$ centerline is established, the force polygon at node $N_2$ is completed, and angle $\phi_4$, and compression force $C_2$ are calculated.

$$\text{and, } f_{cd} = \frac{\nu \times 0.85 f_c}{\gamma_c} \quad (1.b)$$

where the efficiency factor v is equal to (a) 1.0, for undisturbed struts subjected to uniaxial compression, (b) 0.8, for struts with cracks parallel to their direction, (c) 0.6, for struts with skew cracks (Fig.3.a), and (d) 0.4, for severely cracked struts [6]. The strength of steel struts is estimated the same way as for tension ties, given that bar eccentricities are avoided.

### 3.1.2. Tapered Compression Fields

Tapered compression fields are concrete elements that connect compression zones with different stress intensities. Two types of elements are introduced herein, namely, compression fan, and flared compression field. In the compression fan (Fig. 2.b [7]), the compressive stress trajectories radiate from the center of the smaller node to the larger node, and the strength of the fan is controlled by its narrowest region, with eqn. 1 applied at the center of the fan adjacent to the smaller nodal zone. A transverse compression field is required at the wide end of the fan to balance the outward force component, and to confine the nodal zone. The opening angle $\phi$ can be calculated from the equation:

$$2L\cos(\phi) + a\sin(\phi) = t \quad (2)$$

where L, a, and t are the field dimensions shown in Fig. 3.b. The confining force can then be evaluated from the force polygon shown in the same figure as follows:

$$F_c = \frac{a \times b \times \sigma_a}{2\tan(45 + \frac{\phi}{2})} \quad (3)$$

The flared compression field (Fig. 2.c [8]) is statically equivalent to the compression fan, except that the transverse compression field is replaced by a uniform tension field along the member length [7]. If this uniform tension exceeds the allowable concrete tensile capacity given by: $f_{td} = 0.33\sqrt{f_c'} / \gamma_c$ [2], steel reinforcement in the form of uniformly distributed bars must be provided. The tensile strength ($f_{ts}$ MPa) of a uniformly distributed steel reinforcement placed at spacing *'s'* and making an angle '$\alpha$' with the field axis (Fig. 2.c) can be calculated as follows:

$$f_{ts} = \frac{A_s}{b \times s} \times \frac{f_y}{\gamma_s} \times \sin(\alpha)^2 \quad (4)$$

### 3.2. Tension Ties

Tension ties are mainly steel elements loaded in tension (Fig. 3.d). The line of action of the tension tie must coincide with the centroid of the steel bars forming the tension field . Given that steel bar eccentricities are avoided, the tension tie strength $T_s$ can be evaluated by:

$$T_s = A_s \times \frac{f_y}{\gamma_s} \quad (5)$$

### 3.3. Nodal Zones

Nodal zones are defined as the regions where truss members intersect. They must satisfy horizontal, vertical, and moment equilibrium. Nodal zones are always under a state of biaxial compression, even when they connect tension ties to compressive struts (Fig. 2.d). Nodes with equal principal stresses ($\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_a$) are called 'hydrostatic nodes' [4]. In such nodes, any direction is a principal direction, and Mohr's circle reduces to a point. The same rules used to evaluate the strength of compression struts can be applied to nodal zones (although, there is now more experimental evidence that these rules can be significantly relaxed).

## 4. APPLICATION TO FLARED BRIDGE PIERS

In this section, the aforementioned strut-and-tie modelling rules are applied to the design of flared piers hammerhead. Although, from the theory of plasticity point of view, any admissible stress field that satisfies both equilibrium and boundary conditions should be valid, strut-and-tie models presented hereafter are all motivated by elastic stress analyses. Following Schlaich's suggestion [7], the assumed plastic stress fields are chosen to be as close as possible to the elastic ones to avoid large stress redistribution at ultimate and excessive cracking at service loads. Hydrostatic nodes are consistently used for all nodes for simplicity, but other forms of nodal zones are also applicable.

### 4.1. Concentric Load Case

Live load in this case is symmetrically applied, resulting in equally loaded bearings. The pier is under uniaxial compression and free of any flexural and/or shear stresses. The high stresses under the bearings spread-out to form a uniform compressive stress field some distance away. Following the AASHTO [1] end-zone design guidelines for prestressed concrete beams, the dimension of the disturbed region is assumed here to be equal to the distance between the bearings. It can be seen from Fig. 3.a that this assumption is more or less consistent with the elastic compressive stress trajectories.

# PLASTIC DESIGN OF FLARED BRIDGE PIERS: A STRUT-AND-TIE MODEL APPROACH

By
Adel Galal El-Attar*

## 1. ABSTRACT

The theory of plasticity, manifested in the so-called 'Strut-and-Tie' or 'Truss' models is applied to the design of flared bridge piers hammerhead. Considered cases of loading include (a) concentric live load, (b) eccentric live load, (c) lateral loading due to wind or earthquakes, and (d) temporary-jacking load. Rules adopted by the CEB-FIP 1990-1993 model code have been implemented in developing the proposed models. Special attention has been given to identifying a clear force path from the deck bearings to the pier beam-region (B-region), and to satisfy basic equilibrium and strength requirements. A worked example is provided to illustrate the applicability of the proposed models.

## 2. INTRODUCTION

Flared bridge piers are commonly used in both highway and railway box-girder bridges with medium span ranges (30-50 meters) (Figs. 1.a and b). In addition to their architectural merits (Fig. 1.c), they allow a wider spacing between the bearings, resulting in; (a) providing more torsional stability to the deck, (b) reducing the maximum bearing reaction, (c) avoiding any possible tension on the bearings, and (d) reducing the forces acting on the box-girder cross-diaphragm by allowing the bearings to be placed close-to or directly under the webs (Fig. 1.b).

Conventional design of flared piers hammerhead is usually carried out by (a) designing the beam-region (B-region) of the pier for flexure and shear, (b) designing the protruding part of the hammerhead as a corble (short cantilever), and (c) detailing the core of the hammer head using some 'past-experience' or 'good practice' approach. Problems reported with piers designed according to this approach range from the appearance of wide cracks at the top surface (between the bearings) to complete failure during earthquakes or significant lateral loads.

A consistent and rational design approach is clearly needed to treat such elements, especially at the locations of discontinuity or stress disturbances (D-regions). In the current paper, the 'strut-and-tie' design methodology, which have successfully been used to address similar problems [4,5,6], is applied to the design of the D-region of flared piers. Details of the used models will be introduced and discussed in the following paragraphs.

## 3. COMPONENTS OF A STRUT-AND-TIE MODELS

Strut-and-tie (or truss) models are a direct application of the theory of plasticity to reinforced concrete, assuming an elastic-perfectly plastic behavior. They represent a lower-bound solution given that: (a) admissible stress fields, satisfying both equilibrium and boundary conditions, are adopted, and (b) the analyzed element possesses enough ductility to allow for stress redistribution at ultimate. The basic assumptions used to develop the truss models introduced in this paper are:

1. Reinforced concrete is an elastic-perfectly plastic material.
2. Zero concrete tensile strength in the plane under consideration. This implies that no explicit concrete tension members are allowed, and that tension is always taken by steel reinforcement.
3. Only two dimensional (plane-stress) problems are considered, i.e. the thickness of the considered element (denoted here as 'b') is much less than its other two dimensions.

Truss models are mainly composed of compression fields and tension ties inter-connected by nodal zones. The general rules adopted for developing each of these elements are briefly introduced in the following sections.

### 3.1. Compression Fields

#### 3.1.1. Prismatic Struts

Compression struts are either concrete or steel elements. In concrete struts, ignoring the concrete tensile strength will result in prismatic members under uniaxial compression. The strut compressive strength can be estimated from the equation:

$$F_c = a \times b \times f_{cd} \qquad (1.a)$$

* Assistant professor, Structural Engineering Department, Cairo University.

*18- C.G.Go and S.E. Swartz , "Energy Methods for Fracture Toughness Determination of Concrete" , Exp. Mech., 26,3, pp. 292 -296,1986.*

*19- A. Carpinteri, "Application of Fracture Mechanics to Concrete Structures, ASCE, Structural Division, 108, ST4,pp.833-848,1982.*

*20- B. Hillemeier and H.K. Hilsdorf, "Fracture Mechanics Studies on Concrete Compounds" , Cement And Concrete Research ,7, pp. 523-536,1977.*

*21- G. Veluzco , K. Visalvanich and S. P. Shah, "Fracture Behavior and Analysis of Fiber Reinforced Concrete Beams, Cement" and Concrete Research, 10, pp. 41-51, 1980.*

*22- P.C. Paris and G.C. Sih, "Stress Analysis of Cracks, in Fracture Toughness Testing and its Application" , ASTM STP 381, pp. 30-77, 1965.*

*23- "Experimental and Numerical Analysis of Fracture Processes in Concrete" , Ph.D. Thesis by : E. Schlangen,Civil Engineering Department, Delft University of Technology, 1993.*

*24- H. Tada, P.C. Paris and G. R. Irwin, "The Stress Analysis of Cracks Handbook, Del Research Corporation, Hellertown, Pennsylvania, U.S.A., 1973.*

*25- G.C. Sih , "Strain Energy Density Applied to Mixed Mode Crack Problems" , Int. J. Fract., 10, pp. 305-320., 1974.*

*26- M. A. Hussein, S. L. Pu and J. Underwood, "Strain Energy Release Rate for Crack under Combined Mode I and Mode II," ASTM STP 560, 2-28, 1974.*

*27- N.A.B. Yehia, "Distortional Strain Energy Criterion : The Y- criterion, Engng. Fract. Mech., 39, pp. 477- 485, 1991.*

*28- N. A. B. Yehia, "The Y-criterion in Uniaxial Loading with Higher Order Approximation", Second Conference on Civil Engineering, Military Technical College, 1,pp. 32-45,Nov. 1994.*

expected curve . The lower part represents the linear response while the upper part represents the development of the process zone at candidate crack development location which will result later in real fracture of the specimen as maximum load is attained. Data available so far is not enough to precisely determine such a proposed curve . This last point is now under consideration .

**ACKNOWLEDGEMENT**

The author would like to express his thanks to Prof. M. Eladawy Nasif, Prof. A.S. Salah Eldine and Dr. A. Farahat for their critique reading of the paper and theirvaluable comments . The support of the Concrete reserch Laboratory of the Faculty of Engineering , Cairo University ; administration and staff , is very much appreciated .

*REFERENCES*

1- *Fracture Mechanics of Concrete Structures , Part I, State - of Art Report by ACI Committee 446 , Fracture Mechanic , ( Ed. Z. P. Bazant ), 1989 , Elsevier Applied Science , London .*

2- *D . J . Naus and J . L. Lott, "Fracture Toughness of Portland Cement Concrete" , ACI, pp. . 481 - 489, June 1969.*

3- *P.F. Walsh , "Fracture of Plain Concrete", Indian Concrete Journal , pp. 469 - 470 , Nov, 1979.*

4- *J.H. Brown , " Measuring the Fracture Toughness of Cement Paste and Mortar" , Magazine of Concrete Research , 24 , pp. , 185 -196 , 1972 .*

5- *T.J. Bear and B . Barr, "Fracture Toughness Tests for Concrete" , Int. J. Fract ., 13, PP. 92-94,1977.*

6- *F.H. Wittman, "Mechanisms and Mechanics of Fracture of Concrete", Proceedings of the 5 th Int. Conference on Fracture , Cannes , France , pp. 1467-1487,1981 .*

7- *A. Carpinteri, "Experimental Determination of Fracture Toughness Parameters $K_{IC}$ and $J_{IC}$ for Aggregative Materials, "Proceedings of the 5th Int. Conference on Fracture, Cannes , France , pp. 1491-1498, 1981.*

8- *Y.S. Jenq and S.P. Shah , "A Fracture Toughness Criterion for Concrete" , Engng . Fract . Mech ., 21,5,pp. 1055-1069, 1985.*

9- *T.M.E. Refai and S.E. Swartz , "Mode I Fracture Energy Methods of Concrete" , Exp. Mech ., 28 .4. pp. 395-401, 1988.*

10- *A. Carpinteri , "Notch Sensitivity in Fracture Testing of Aggregative Materials" , Engng . Fract . Mech ., 16,4, pp. 467-481,1982.*

11- *M. Arrea and A.R. Ingrafea , "Mixed Mode Propagation in Mortar and Concrete" , Report No. 81 , Department of Structural Engineering School Civil and Environmental Engineering , Cornell University , Cornell .*

12- *S.E. Swartz L. W. Lu, L. D. Tang and T.M.E. Refai , "Mode II Fracture Parameter for Concrete from Beam Specimens" , Exp. Mech; 28, 2, pp. 146-153,1988.*

13- *Z.P. Bazant and P.A. Pfeiffer , "Shear Fracture Test of Concrete , Material and Structures , 19,110,pp. 111-121, 1986.*

14- *D.A. Hodijk, J.G.M. Van Mier , and H.W. Reinhardt, "Material Properties , Fracture Mechanics of Concrete Structres from Theory To Applications" , RILEM , (ed. L. Elfgren ), pp. 67-127, 1989.*

15- *K. Liu, B. I.G. Barr and J. Watkins , "Mode II Fracture of Fiber Reinforced Concrete Materials" , Int. J. Cement Composites and Lightweight Concrete , 7,2,pp.93 -101,1985.*

16- *J. Watkins and K.L.W. Liu, "A Finite Element Study of the Short Beam Test Specimen under Mode II Loading" , Int. J. Cement Composites and Lightweight Concrete , 7,1, pp. . 39 - 47,1985.*

17- *N. A.B. Yehia , "Experimental Assessment of Shear Transfer on Bonded Interface between New and Existing Concrete" . J. Egyptian Society of Engineers , 34,4,pp. 10-15 -1995 .*

Table 1- Comparison of fracture toughness parameter $K_{IIC}$

| REF. | Specimen Type | a/w | fcu (f'c) N/mm$^2$ | $K_{IIC}$ N/mm$^2$ |
|---|---|---|---|---|
| Swartz et. al [12] | Beam | 0.5 | 67.6 (54.1) | |
| Exp. (1) | | | | 101.18 |
| Exp. (2) | | | | 12.48 |
| F.E. | | | | 7.97 |
| Watkins [16] | Shear* | 0.25 | ----- | 15.7-17.4 |
| present | Shear | 0.5 | 40(32) | |
| Eq. 1 | | | | 74.02 |
| Eq. 2 | | | | 52.34 |
| Eq. 3 | | | | 47.43 |

(1) Based on energy method
(2) Based on Taba's formula for KII [24]
* Mode II and closing mode I prevail

Crack initiation angle from the tip of the predefined crack has been also measured for all possible specimens. Fig. 14 shows that the initiation angle generally decreases as a/w ratio increases. However, the main remark in this figure is that the propagation angle is usually within the range of $\theta_o$= 0.0° to $\theta_o$=60°. This range is considerably less than the propaga-tion angle predicted by Linear Elastic Fracture Mechanics (LEFM) which is usually reported to be within 70° to 90° (25-28). Angles with negative sign in this figure have been neglected in calculating the average since they represent only 3% of angle measurements.

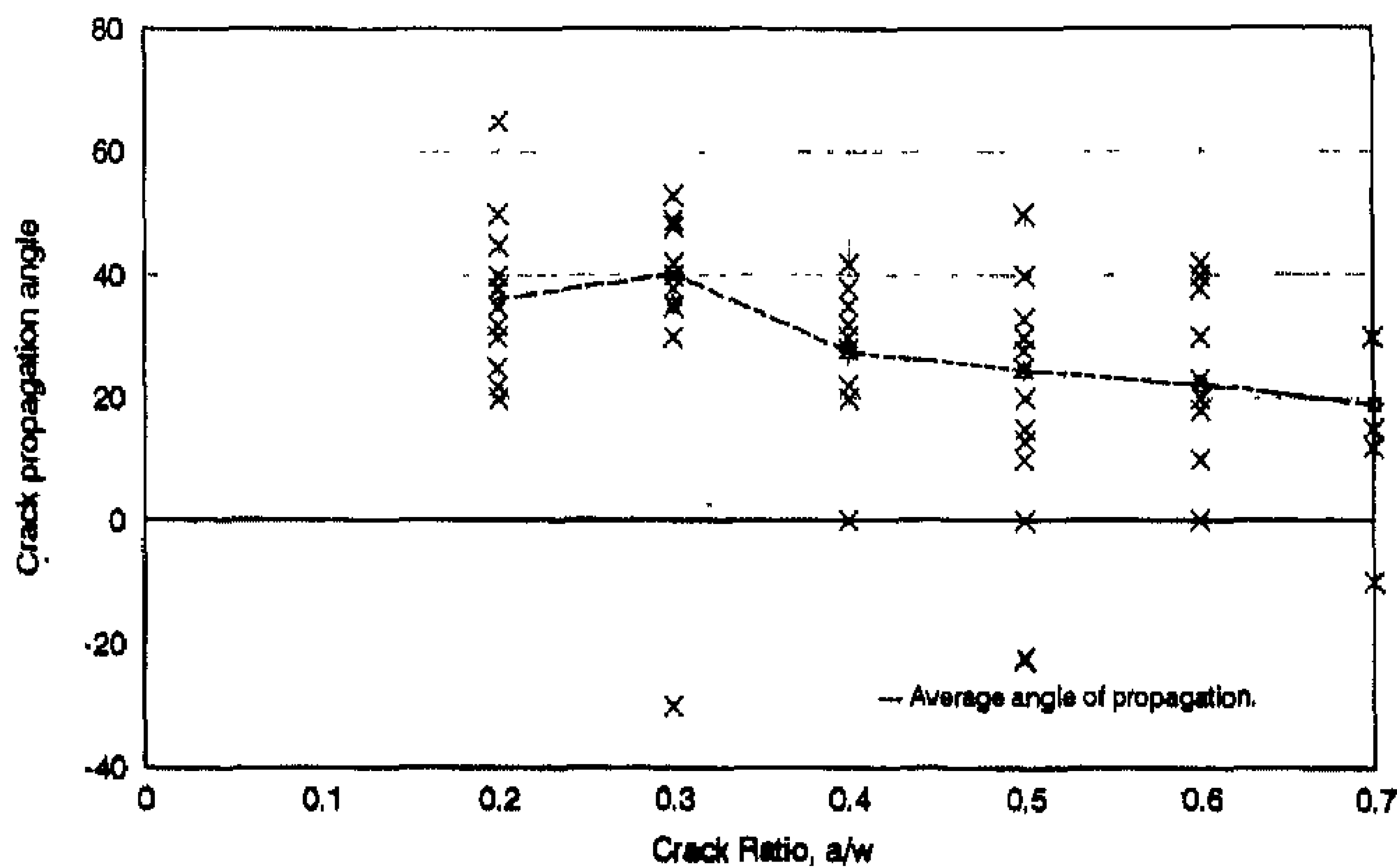



Fig. 14- Mode II crack propagation angle versus crack ratio a/w

## 6- CONCLUSION

The experimental program and results presented in this paper can be concluded in the following remarks :

1- The push-off shear specimen with central crack located on the shear plane parallel to the shear force and along its axis represents real mode II fracture for the very early stages of fracture. Physical testing of mode II seems to be possible for concrete.

2- Fracture energy determined as the area under the load- slip curve between zero load and the maximum attained shear Load decreases linearly as a /w decreases up to a /w = 0.5. It becomes almost constant minimum for a / w0.5 .

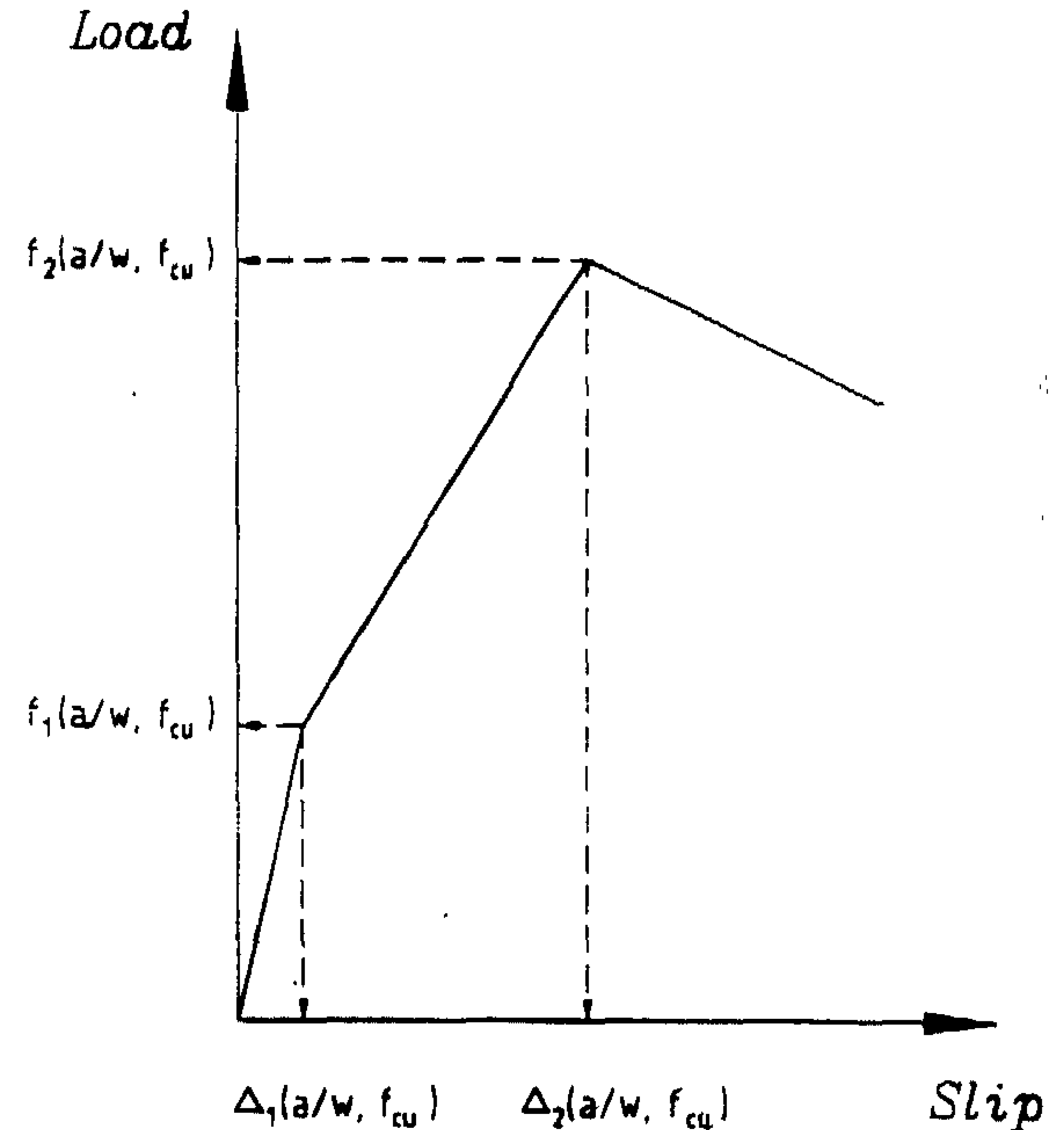



Fig. 15- Proposed idealized curve between zero and maximum loads.

3- Fracture energy of mode II obtained by push - off shear specimens is about 10 to 30 times that one of mode I for concrete available in literature .

4- Mode II fracture toughness parameter , $K_{IIC}$ , obtained through fracture energy of a real mode II testing is suggested to be obtained as a function in shear modulus $\mu$, instead of Youngs modulus E. This seems , more appropriate when mode II fracture is assured . The proposal produces $K_{IIC}$ in closer agreement with analytical values obtained by elasticity solution.

5- Observed crack propagation angle of the tested specimens shows a noticeable divination from propagation angle predicted by LEFM. Experimental observations reported propagation angle between 20° to 40° with crack axis in the direction of the fictitious couple of shear forces along crack surfaces. Larger values was observed for larger a/w ratios . LEFM predicts angles between 70° to 90 ° .

6- Crack propagation in most specimens tends to become parallel to the axis of the original crack after propagating for some small distance in mode II.

7- Load - slip curves for tested specimens show that there is a general trend of behavior between zero and maximum load . An idealized curve for this stage is expected to be dependent on some parameters such as:

Crack ratio a/w , concrete strength $f_{cu}$ ( $f_c$), and aggregate size. Figure 15 shows schematically such an

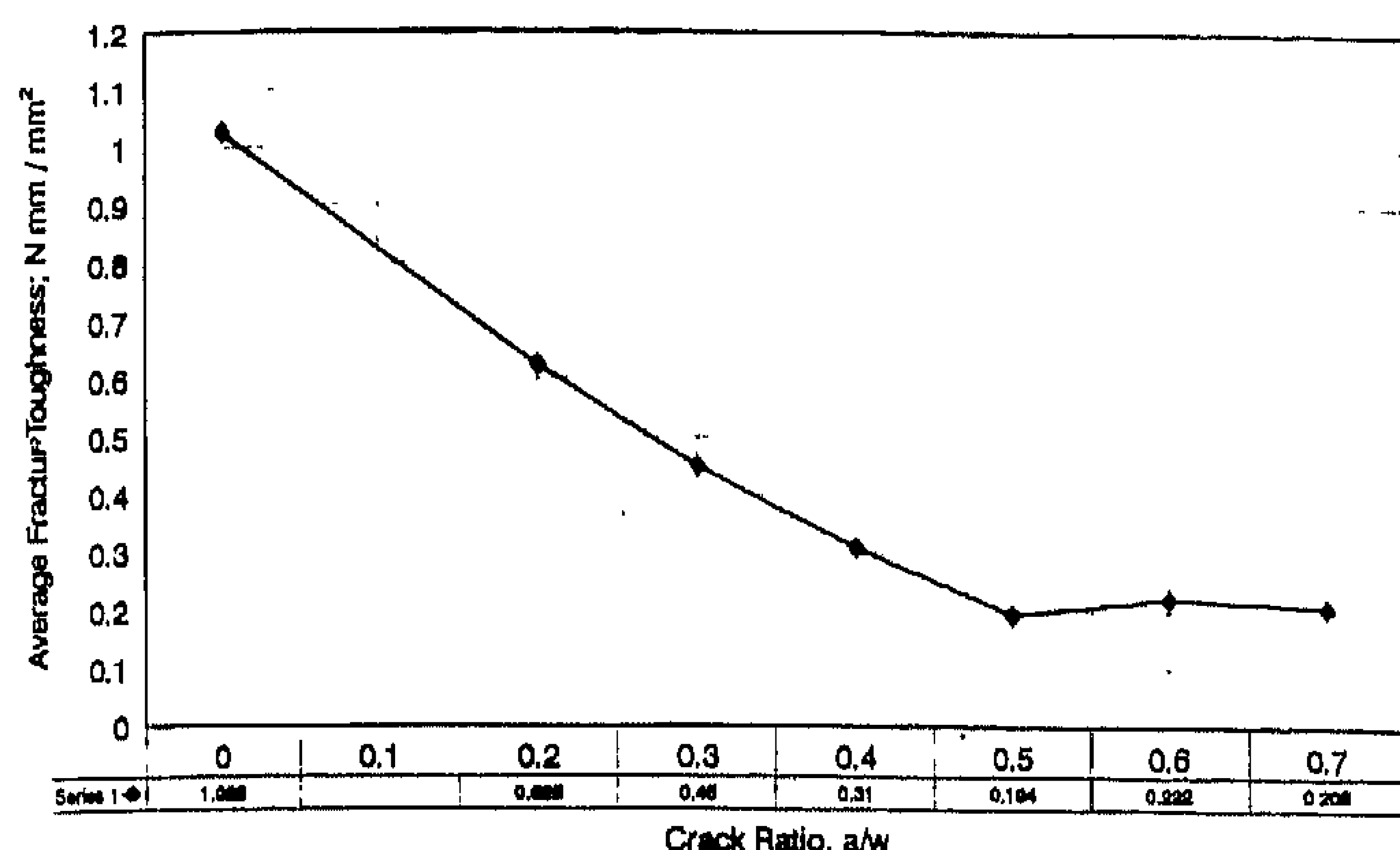



Fig . 11- Average fracture toughness versus crack ratio a/w .

The critical stress intensity factor of mode II can be calculated from the experimental test data as follows (assuming plane strain conditions as a result of the thick specimens ) (22) :

$$K^2 IIc = ( E / (1-V^2 ) ) G_{II} \quad (1)$$

where : $G_{II}$ is the fracture toughness , v is Poissons ratio and E is Youngs modulus of the material . It is worth mentioning that for aggregative material , since v is always low, i.e less than O . 2 , the difference in $K_{IIC}$ for plane strain and plane stress conditions will always be within 2% .

Strength tests on concrete cubes have shown that the average concrete strength at 28 days is fcu = 40 N/mm$^2$

( $f_C$ = 32 N/mm$^2$ ) . Consequently , Youngs modulus of concrete has been taken $E_c$ = 27.44N/mm$^2$ and Poissons ratio v = 0.17 .

Figure 12 shows the calculated mode II stress intensity factor for different a/w ratios. It can be seen that the minimum mode II stress intensity factor is attained at a/w ≥0.5 and is equal to 76.6N/mm$^{3/2}$ . This is about 3.2 to 4.5 times the values of $k_{IC}$ for concrete reported in (7) , about 2.3 to 5.5 times the values reported in (3) , about 2.45 to 2.7 times the values reported in (9) , and is about 2 to 4.8 times the values reported in (20) . These values agree well with the conclusion of many reports ( 1,12, 13, and 23) that fracture energy of mode I I is about 10 to 30 times that one of mode I which corresponds to a range of 3.1 to 5.5 in critical stress intensity factors .

Since the work presented here is adhered to only shear mode failure as discussed before when post peak load behavior has been discarded , it seems more reasonable to replace Youngs modulus E with the shear modulus μ = [ E / 2 (1-v) ] in the relationship between stress intensity factor and the toughness area . In other words and for plain strain condition , equation (1) may be replaced by :

$$K^2_{IIc} = ( \mu /(1-v^2) ) G_{II} \quad (2)$$

Eq . (2) should result in mode I I stress intensity factor about 30% less than that one obtained through Eq. (1) . The critical stress intensity factor for mode I I will then be 54.16N/mm$^{3/2}$ ..Mode I I stress intensity factor can also be calculated from the experimental test results as presented by Tada et al . (24) :

$$K_{IIc} = \tau\sqrt{\pi a}\, f_1 (s) \quad (3)$$

where : τ = shear stress on crack surface .

a = half crack length .

$f_1$ (s) = function in half crack length a and the distance from crack surface to the traction free boundary .

A comparison between the values of mode I I stress intensity factor obtained through Equations 1 , 2 and 3 is shown in Fig . 13. Table 1 shows a comparison with other available published data .

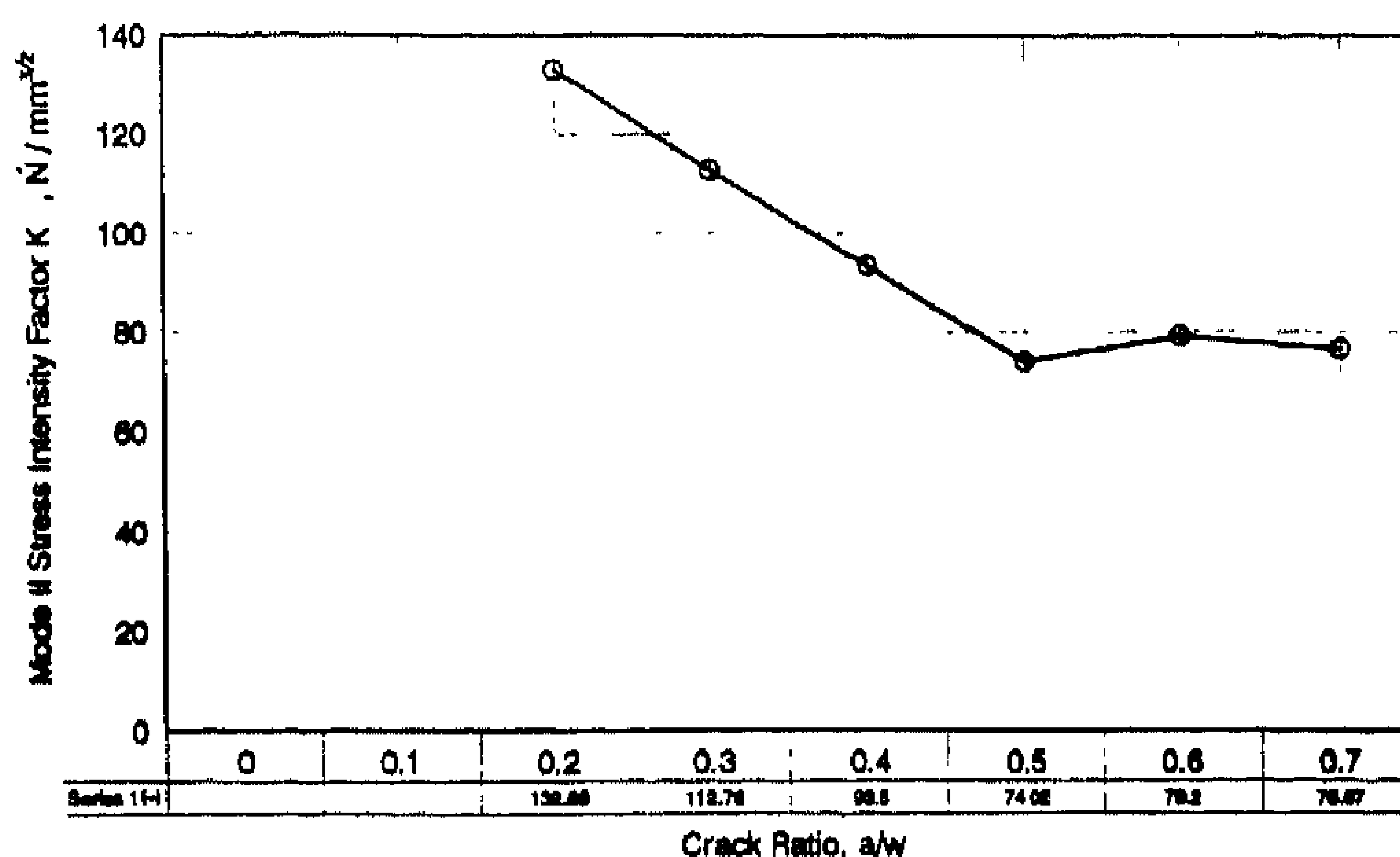



Fig.12- Mode II stress intensity factor versus crack ratio a/w .

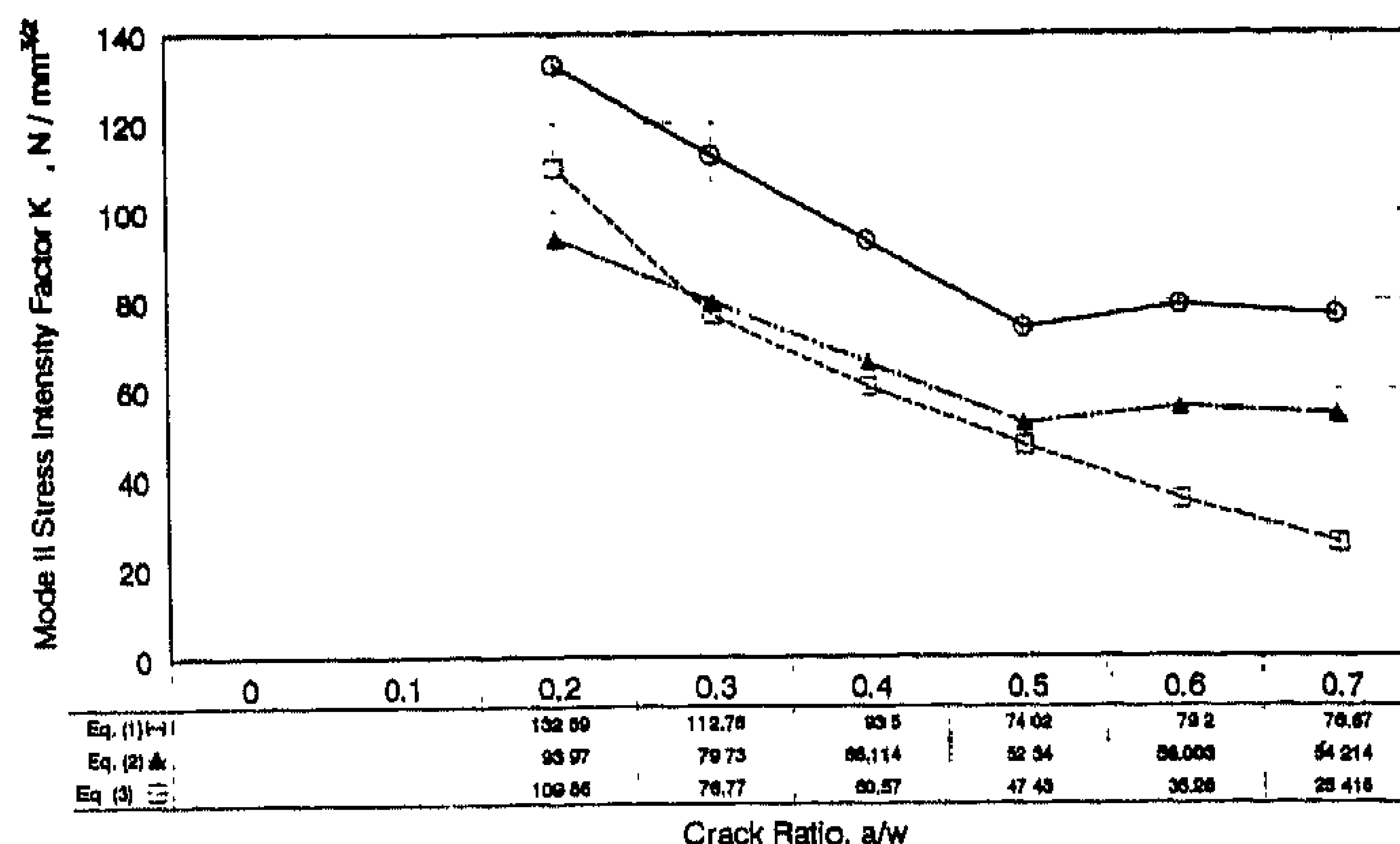



Fig. 13- Comparison of mode II stress intensity factor versus crack ratio ratio a/w .

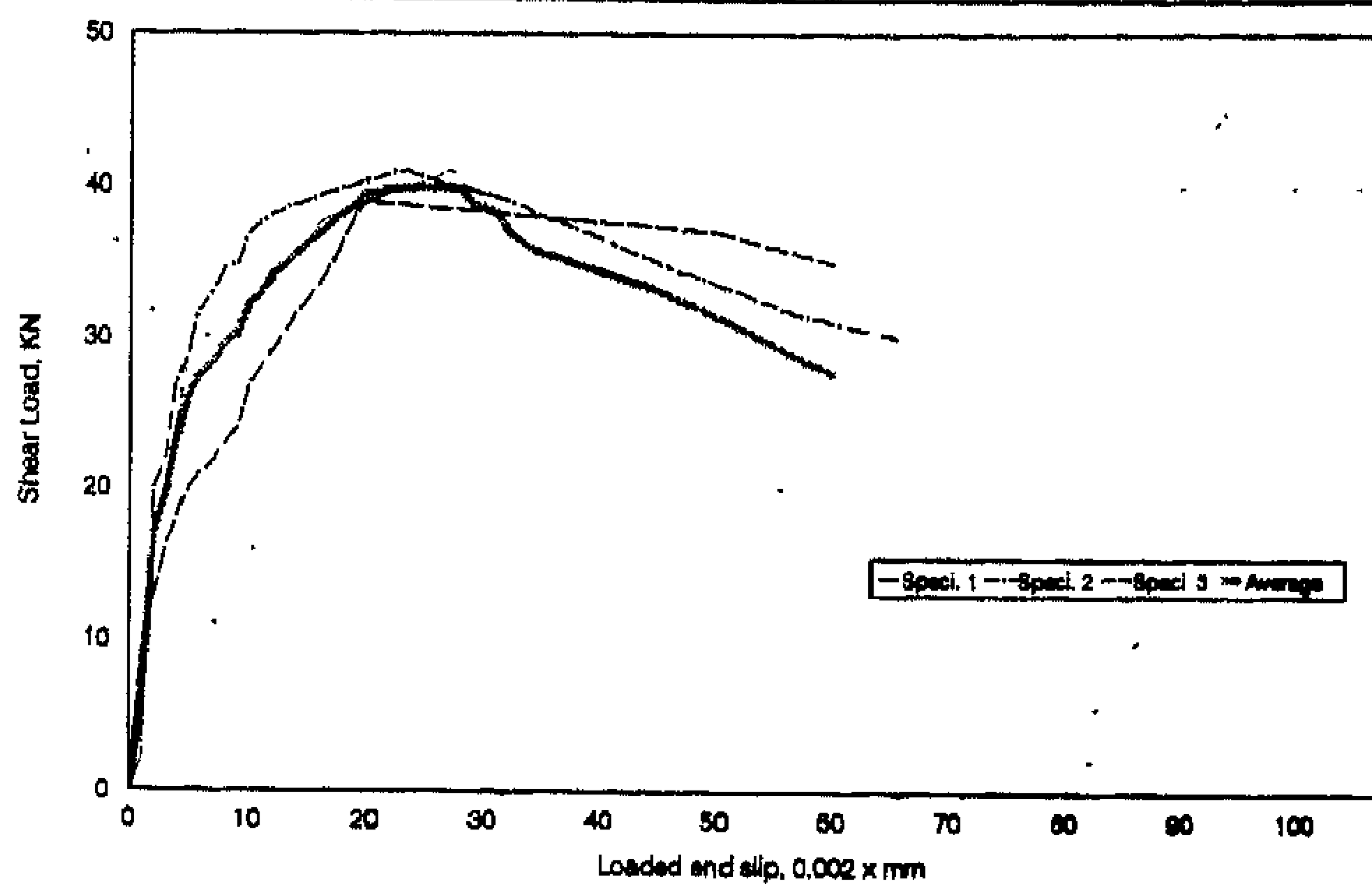


Fig.7- Shear load-slip curve for crack ratio (a/w) = 0.5

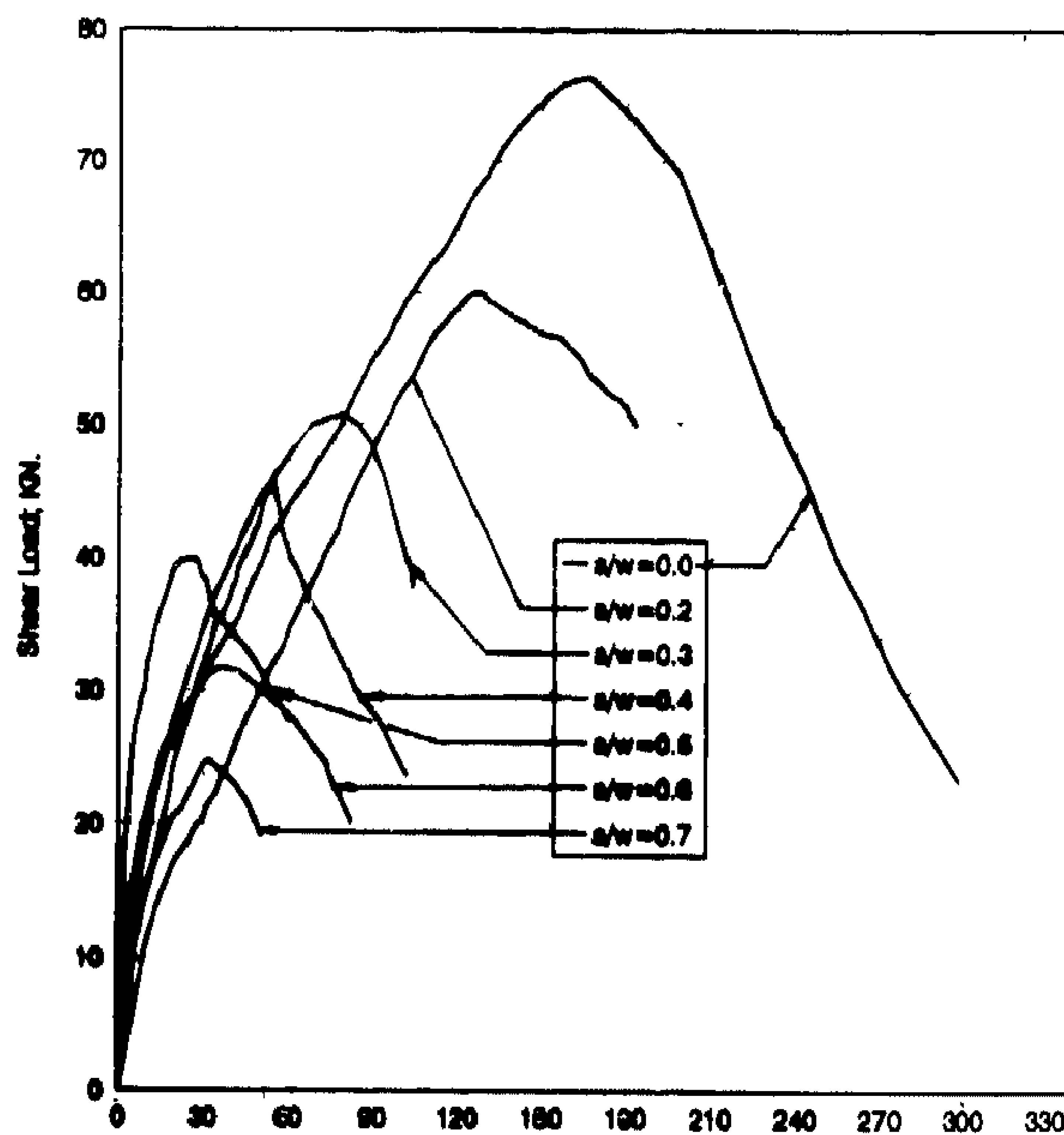


Fig.8- Load-slip average curves for different a/w ratios.

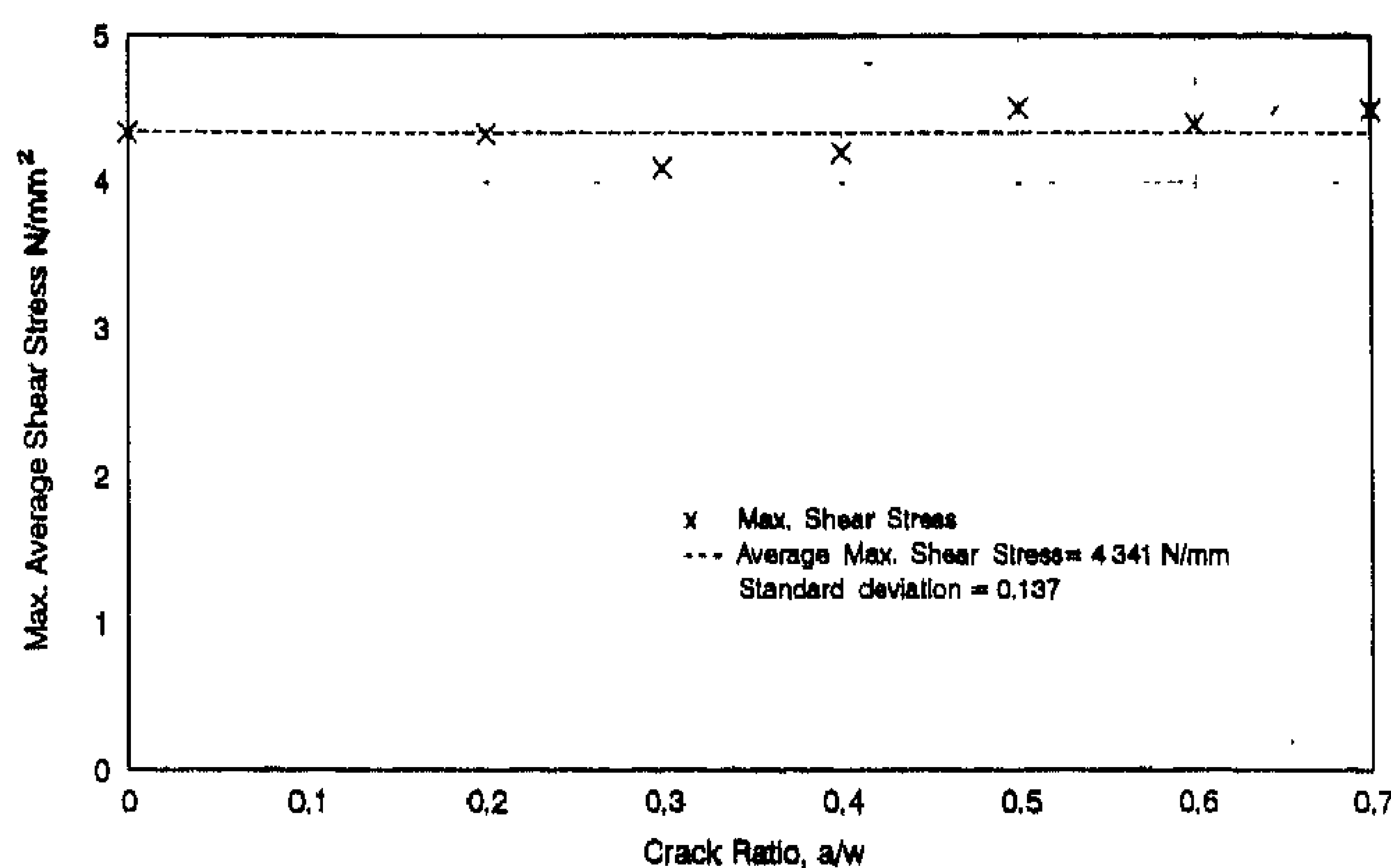


Fig. 9-Average maximum shear stress versus crack ratio a/w.

It has been noticed that fracture always starts by crack initiation from the tip of the predefined crack when load almost reaches the maximum load . Once this happens, crack propagates for some distance and as load decreases , other cracks start to develop in the vicinity of the original crack but away from the interface shear plane . They propagate and get opened more rapidly than the original crack . Those cracks are developed , apparently , due to principle tensile stresses. Since the main interest in this report is Mode II fracture, the post peak load behavior , being a mixture of Mode I and Mode I I cracks , becomes of no interest . Apparently , results based on that part only of the load - slip history will represent a lower bound . A similar approach has been adopted in Ref 18.Therefore, and in order to capture the crack pattern of the test specimen , testing was usually terminated early enough before reaching the complete rapture of the specimen .

Hence , the descending part of the load - slip curve is shown only for limited comparison and can not be used to identify any fracture parameter for Mode I I . With this in mind, the crack opening displacement (being actually started in all specimens after reaching the maximum load ) becomes of no interest within the scope of the present work .

The energy absorbed to cause crack initiation from the predefined crack is defined as the area under the load - slip curve between zero load and maximum load attained on the curve . This energy is called fracture toughness of the material . Figure 10 shows the fracture toughness for all a / w ratios considered divided by the respective uncracked shear ligament area along the shear plane. Figure 11 shows the fracture toughness as determined from the average curve for each a /w ratio . Figures 10 and 11 show that fracture toughness decreases almost linearly from maximum at a / w = 0.0 to a minimum at a/w ≥ 0.5. This last observation agrees well with Swartz et.al (12) observation for mode I I testing of beam specimens . It also agrees well with Carpinteris observation (19) for Mode I testing . Similar phenomenon has also been observed in Mode I testing of concrete compounds reported in (20) where 0.6 represents the crack ratio where fracture toughness becomes minimum . However , an opposite observation has been reported in (21) with fiber reinforced concrete.

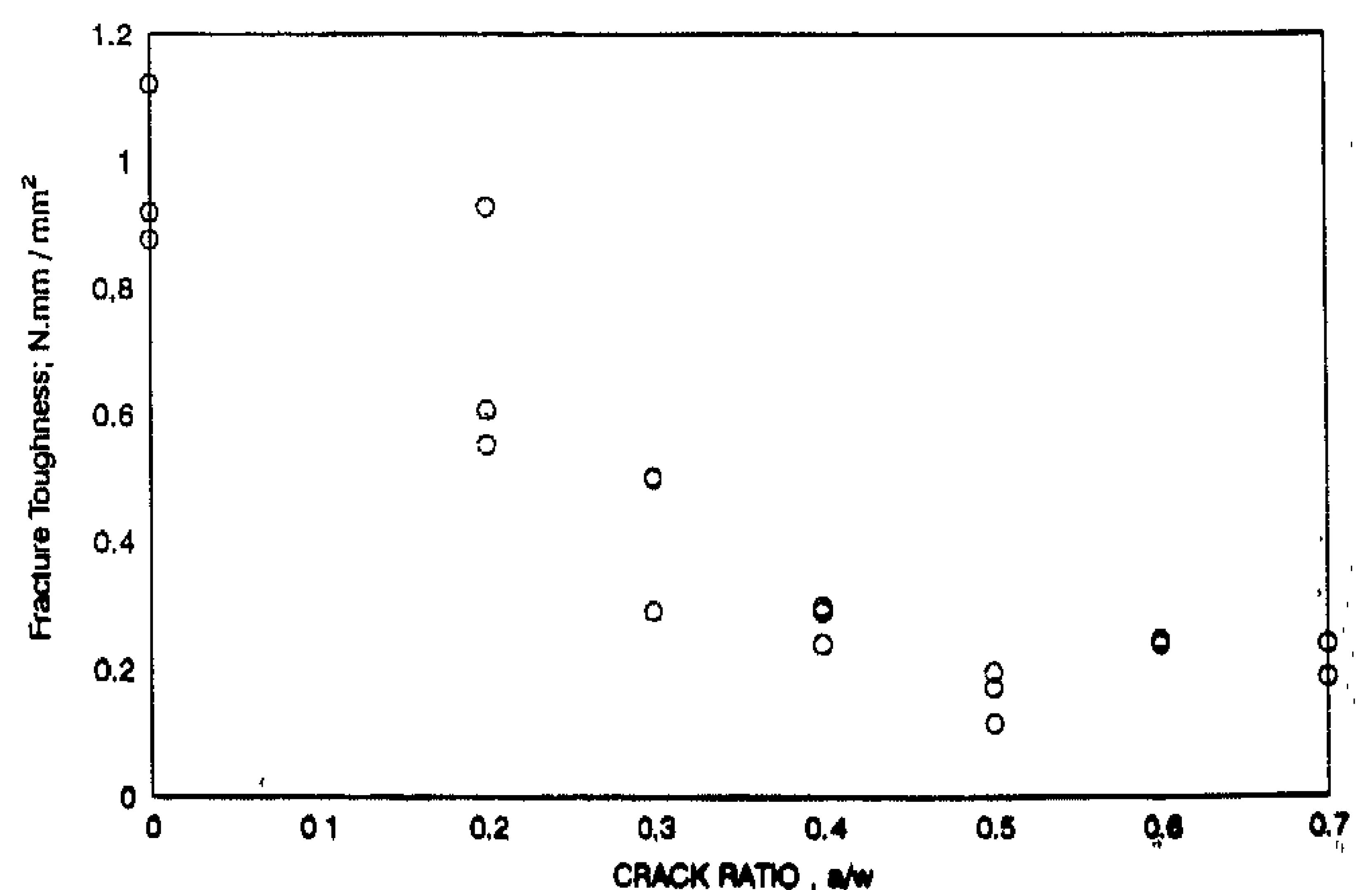


Fig. 10- Fracture toughness versus crack ratio a/w .

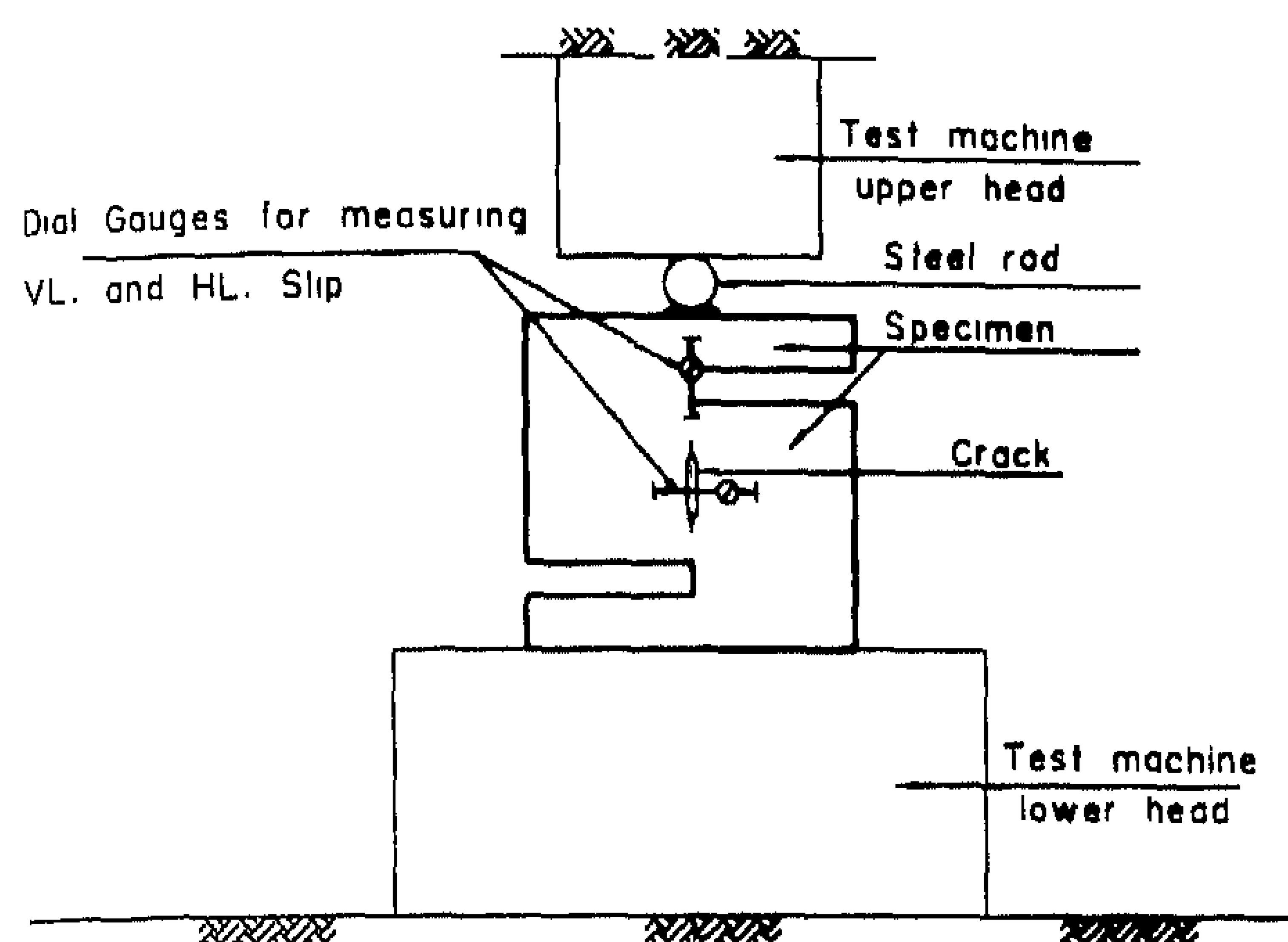



Fig.3- Test arrangement of push-off specimens.

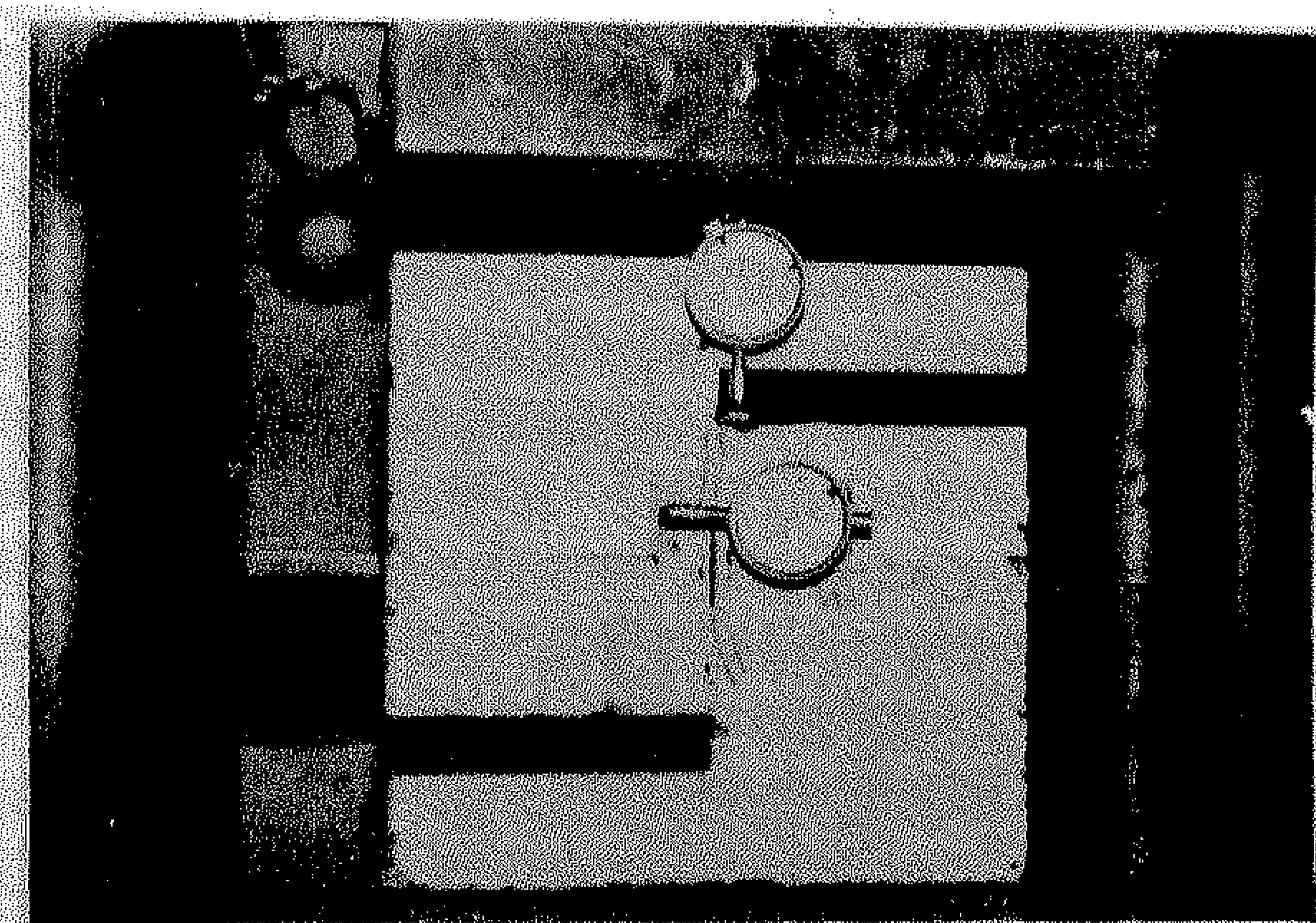


Photo 1- Test specimen with dial gauges attached.

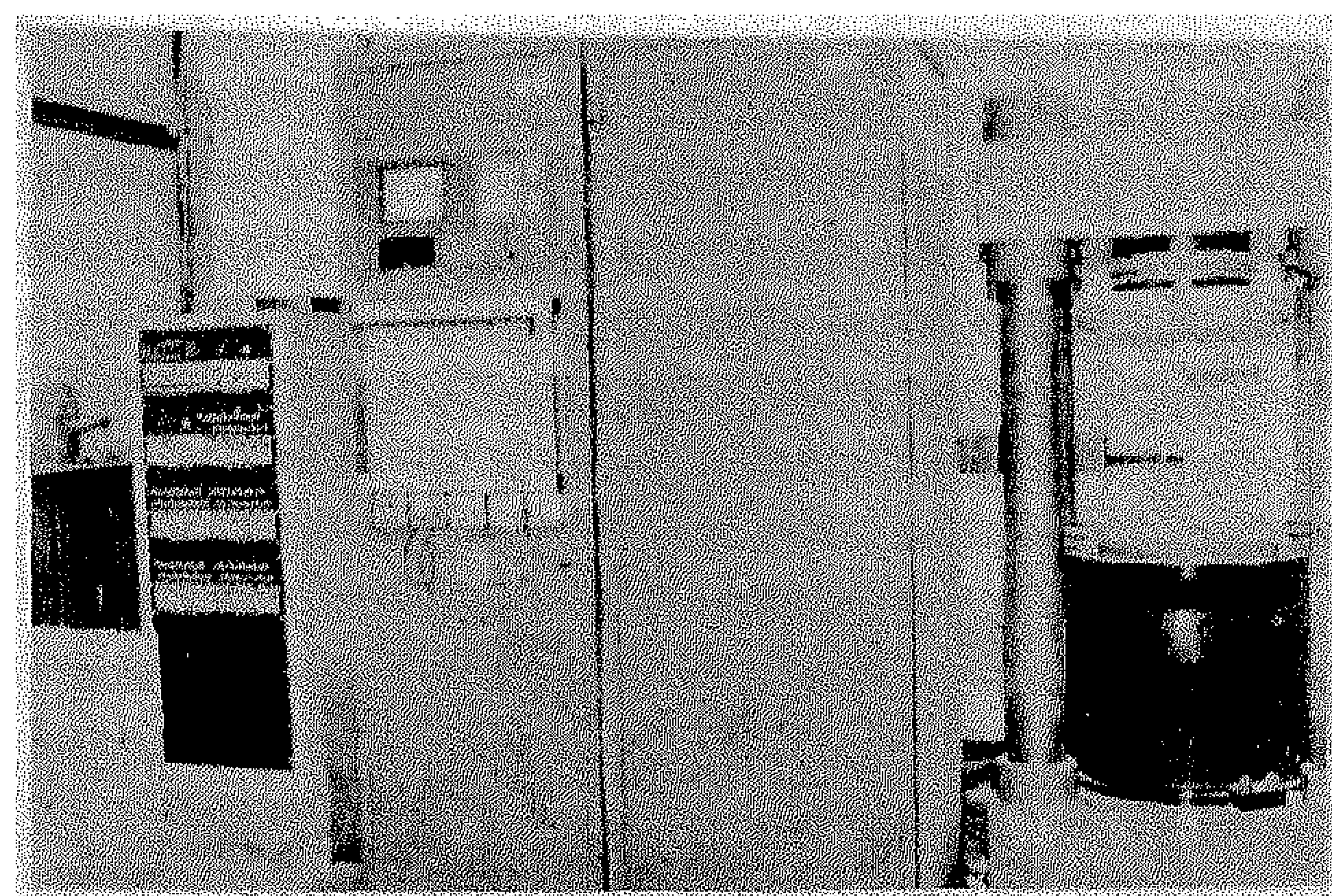


Photo 2-Test machine and arrangement.

w = 0.0 , 0.2 , 0.3, and 0.5 respectively. As can be seen, the average curve shows the average load at any specific vertical slip . Therefore, the maximum shear load attained by test specimens for a specific a / w ratio may not appear on the average curve. Figure 8 shows the average load -slip curve for all a / w ratios. Figure 9 shows the maximum average shear strength for all test specimens. The overall average shear strength as shown in figure 9 is 4. 341 KN / mm$^2$ with a standard deviation of 0.137 . Shear strength is defined as the peak shear load attained divided by the shear ligament area defined as the interface area bxw minus the crack area bxa, where b=130mm is the width of the specimen.

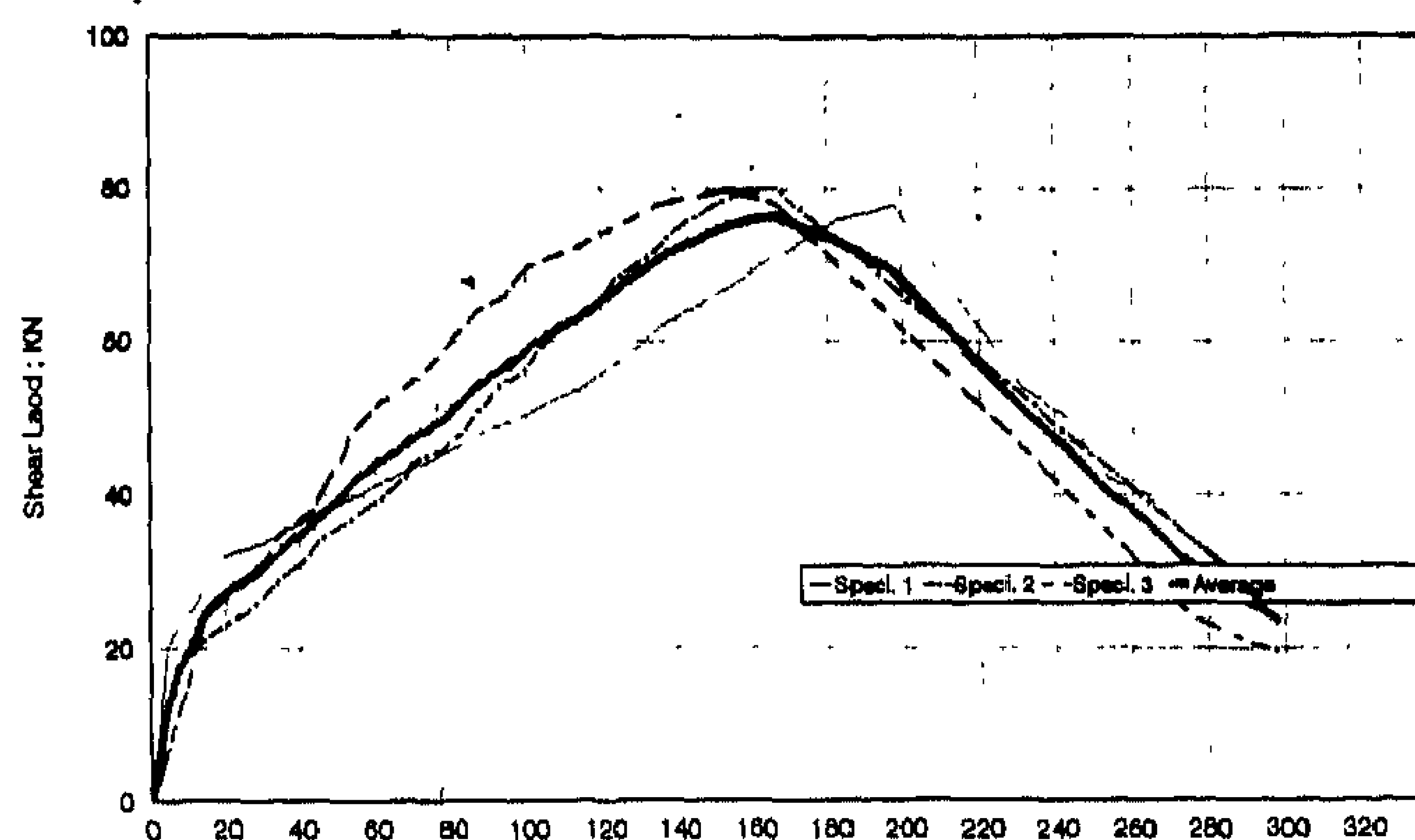



Fig.4- Shear load-slip curve for crack ratio (a/w)=0.0

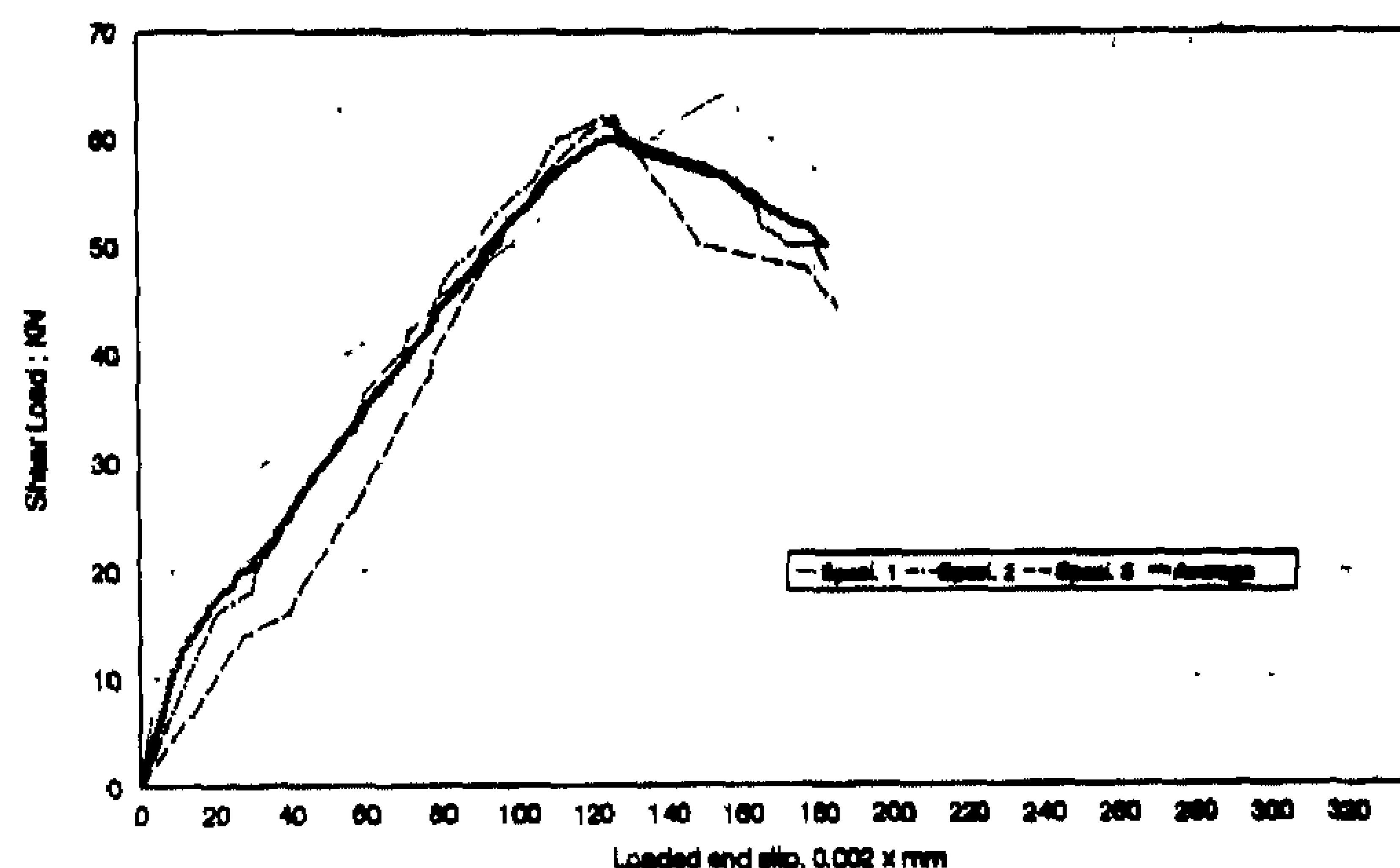



Fig.5- Shear load-slip curve for crack ratio (a/w) = 0.2

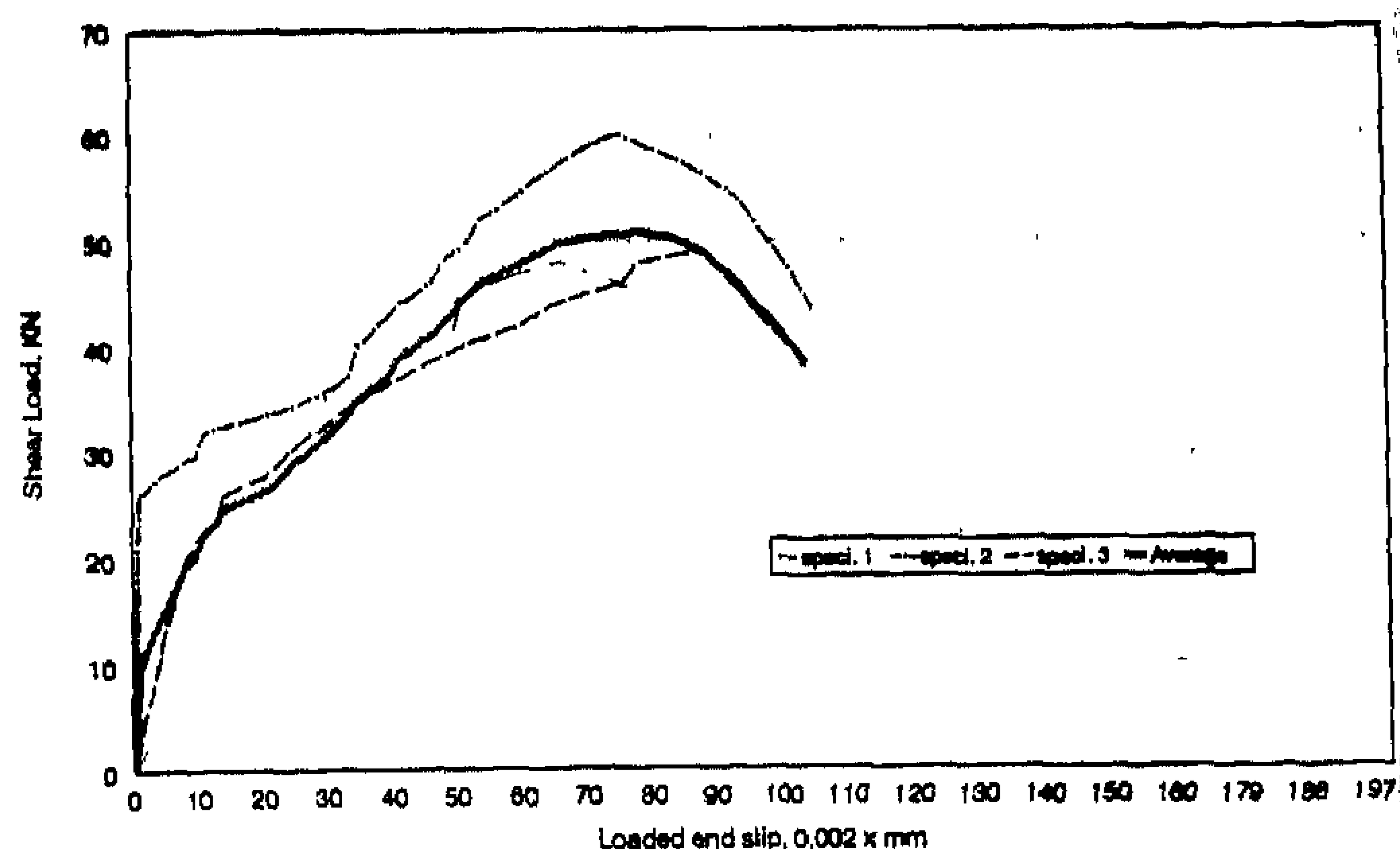



Fig. 6- Shear load-slip curve for crack ratio (a/w) = 0.3

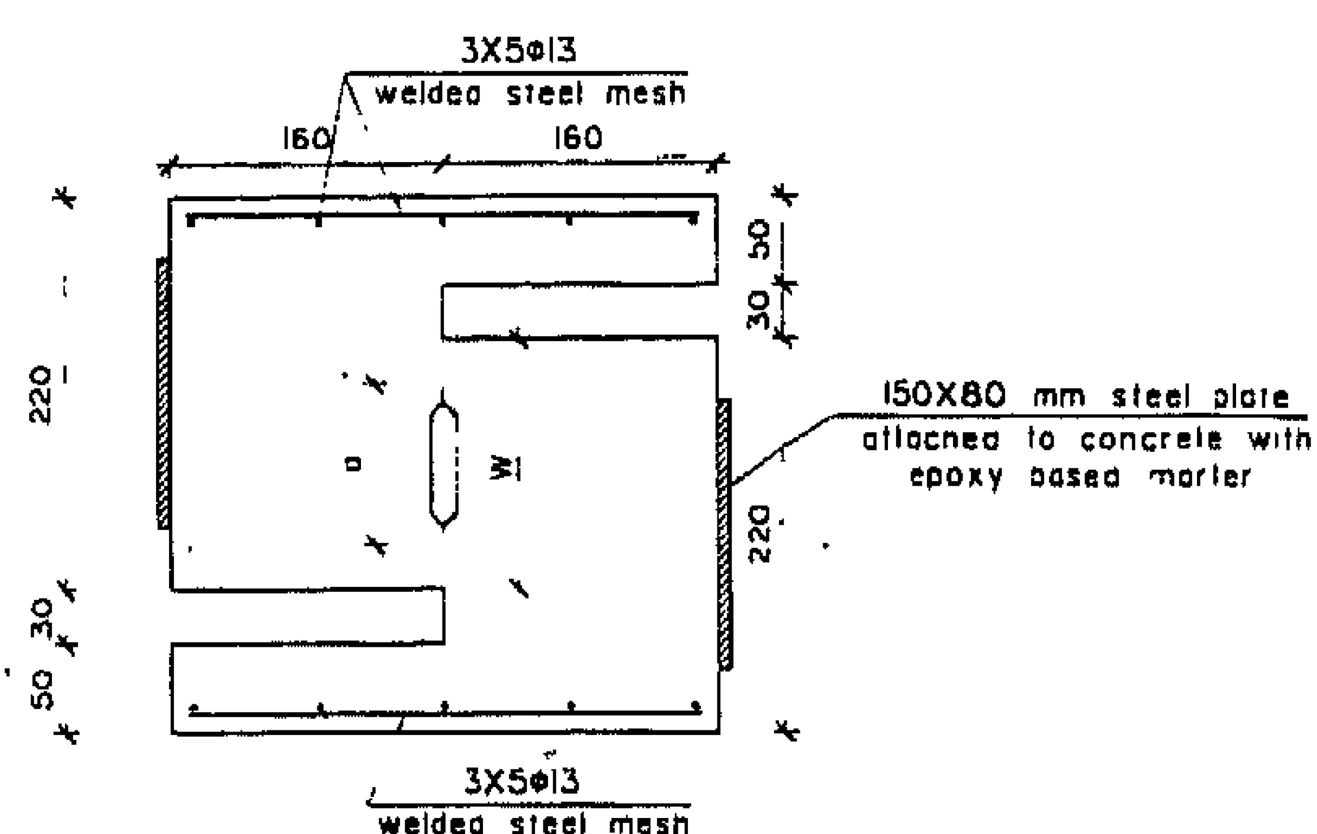
for samaller values of a/w ; i.e. for a/w lower than 0.4, another type of inserts , shown in figure 2b , is used . The insert of figure 2a is easier to be removed after concrete hardens. Crack ratios considered in this work are : 0.0, 0.2, 0.3,0.4,0.5,0.6, and 0.7. Three specimens were cast for each ratio to allow for more accurate average results for each a/w ratio .

Mix proportions of concrete by weight were : 1: 2.14 : 3.97 for cement : sand : gravel respectively with water cement ratio of 0 . 5. Maximum aggregate size of gravel was 12 . 5mm . Gravel was always washed with potable water and left to dry in air before use. Mechanical mixing and compaction were always used . Three cubes were cast for each a/w ratio in order to test concrete strength at the time of testing . Side shuttering were removed 24 hours after casting. While steel inserts were removed about 48 hours after casting. While concrete cubes were left in water for 28 days for curing, shear specimens were left in humid air at 20°C until testing .

Vertical reinforcement in shear specimens , as usually used (17) , was omitted in this case to prevent any rotation in the specimen due to miss alignment of the steel cage that might be induced during casting , as well as to eliminate any local effect of reinforcement on the crack behavior . However , early testing showed tension cracking, starting from outside concrete surface parallel to interface crack and propagating towards the interface , may result in premature failure of specimens. External strengthening of specimens was then adopted to prevent the occurrence of such crack. This strengthening was achieved by 80 x 150 x 0.6 mm steel plates adhered to concrete surface of the specimen using epoxy - based mortar as shown in figure 1 .

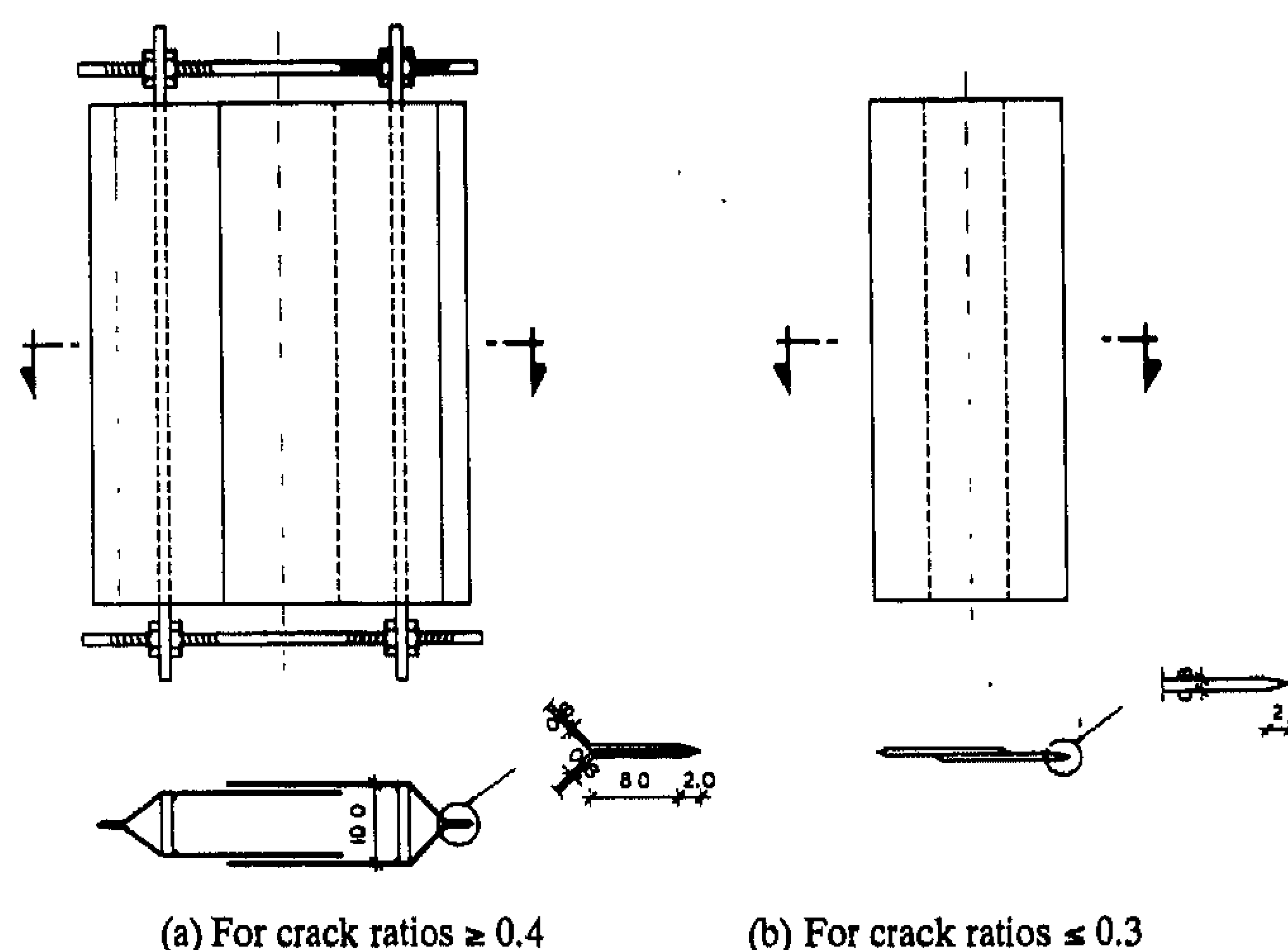
## 4 - TEST ARRANGEMENT

Figure 3 shows schematically the test arrangement. The push-off specimen was positioned so that the interface crack is aligned vertically along the centerline of the upper and lower heads of the testing machine. Vertical relative displacement ( slip) and crack opening displacement at the upper tip of interface crack were monitored using a 0.002mm accuracy dial gauge placed on the two sides of the specimen. Testing had been conducted in the Concrete Research Laboratory of Cairo University, using a 3000KN capacity displacement controlled machine. Load was applied incrementally with a constant low displacement rate of 0.02mm / min. . Readings of all instrumentation were recorded initially before applying load and at a load interval of 2KN. Test time elapsed to reach the peak load for a single cracked specimen ranged between 10-25 minutes. Vertical slip at interface was recorded from the dial gauge readings since the machine readings for displacement give the overall displacement of the machine heads , the test arrangement, and the specimen. In order to assure vertical alignment of the applied load with the two crack tips of the interface crack , a steel rod was positioned between the upper head of the machine and the top of the specimen , see figure 3 . Photo 1 shows the test specimen with dial gauges attached while photo 2 shows the testing machine and arrangement .




* All dimensions in millimeters

Fig. 1- Shear specimen with interface crack of length "a" , width of specimen is 130mm.




(a) For crack ratios ≥ 0.4 (b) For crack ratios ≤ 0.3

Fig.2, Steel inserts used to define crack in concrete specimens.

All dimensions in millimeters

## 5 - RESULTS

Both vertical slip and crack opening readings were recorded through out the loading history of all specimens . The self weight of the upper half of the specimen along with the steel rod shown in figure 3 ( being 0.153KN in total ) has been neglected in all calculations . Results of every three specimens representing each a / w ratio have been averaged in one single average curve . Samples of test results and the average curve are shown in figures 4,5,6, and 7 for a /

# ON MODE II FRACTURE TOUGHNESS OF CONCRETE

By
Nabil A . B . Yehia *

## 1- ABSTRACT

This paper presents experimental research work aimed at determining fracture toughness of concrete in Mode II fracture . Twenty one push - off specimens were used for this purpose and tests were carried out using a displacement controlled compression testing machine . Specimens vary in crack length while crack width and concrete strength were kept constant . Fracture toughness is determined as the area under the load - slip curve up to the peak load . Fracture toughness parameter $k_{IIc}$ is determined as a function in fracture toughness and young's modulus of the material . It is then compared to the available experimental and analytical data . Crack propagation angle has been compared to that one predicted by Linear Elastic Fracture Mechanics .

## 2- INTRODUCTION

For tow dimensional stress states in general , it may be presumed that crack propagation would take place under the combined action of mode I ( opening ) and mode 2 ( sliding ) fracture . In concrete , however , the effect of aggregate interlock , which leads to volume dilation , tends to resist crack propagation in any mode other than opening (1) .

Several investigators have shown interest in fracture testing of aggregative material (e . g . 2-9 ) . They have tried to standardize experimental techniques for such materials , but the results have often shown disagreements and inconsistencies . The critical stress intensity factor for Mode I fracture , $K_{IC}$ , often appears as a function of specimen size and crack length instead of as a material constant . The wide variability in reported values of $K_{IC}$ for aggregative materials has been usually attributed to non - linear effects , as micro - cracking at the crack tip , and to slow crack growth . However , the nonlinear effects , although are evident in metallic materials , they have not always been found in load - displacement diagrams of aggregative materials (10) . Mode II testing of concrete , being difficult to achieve in physical testing , has had less attention by fracture testing researchers. Arrea and Ingrafea (11) and Swartz et al. (12) used a four-point shear beam with one notch. They have shown that propagation in their type of test occurs in Mode I, hence concluded that shear failure as such does not exist but cracks are caused by the largest principal stress and are perpendicular to the direction of: that stress. Bazant and Pfeiffer (13) used a double edgenotched beam with narrow shear zone. They concluded that shear fracture exists , i.e. the crack can propagate in Mode II. Bazant claimed that the shear failure is likely to form as a zone of inclined tensile microcracks which only later connect by shearing . This suggests that crack propagation direction is governed by the criterion of maximum energy release rate than by the largest principal tensile stress (14). Push- off specimens shape had been used by Liu et al. (15) to determine the critical stress intensity factor in mode II loading of fiber reinforced concrete. However, their test arrangement and specimen turned out to represent mixed mode fracture (closing mode I and shear mode II) since the two crack tips are not aligned so as to lie on the shear plane. This is evident in the finite element analysis reported in (16).

* Associate Professor, Structural Engineering Department, Cairo Univeristy, Giza, Egypt.

In this paper , shear specimen with central through thickness crack along shear interface is used to model real mode II fracture of concrete. Crack is varied in length with respect to the interface ligament dimension. Energy method is used to determine the fracture toughness parameter $K_{IIC}$ for concrete . It is believed that $K_{IIC}$ determined from a pure shear mode test should open the door for determining concrete shear capacity for design purposes .

## 3- EXPERIMENTAL PROGRAM

Twenty one push-off shear specimens with mode II cracks were cast and tested to investigate some fracture parameters of mode II. Typical details of shear specimen used are shown in figure 1. Mode II crack was modelled by using steel inserts with different lengths so as to obtain the required a/w ratios ; where "a" is the crack length and "w" is the interface ligament length . For high a/w ratios ; between 0.7 and 0.4 a typical insert shown in figure 2a is used , while

past decade . In the oil business, host countries and partners have streamlined their business and used the creativity of people to stay competitive. The gas industry needs to make use of the experience of the oil market to avoid practices that may lead to destabilization of the market. The purpose of studying the oil case is to accelerate the process moving towards a single world market for gas.

But the future of the oil industry under uncertain product price still depends on how the industry will manage the challenge, on how to cooperate, on how to efficiently use technology , and on how to design the right management structure to implement the required changes and innovations in our business in order to turn this situation to our advantage. We are confident that the future will bring good opportunities.

## *REFERENCES*


1- *Axel Commichan : "Natural Gas supply Options for Europe - Are Distant Supplies Affordable ?" OPEC Bulletin, May 1994 PP 8-12.*

2- *Oil and Gas Journal : "European Gas Demand Will Be Strong to 2010 ; Costs Cloud Supply Picture". May 16 1994, PP 32, 51, 52.*

3- *OAPEC : "Natural Gas in the Arab World, Fifth Arab Energy Conference", Cairo May 7-10, 1994.*

4- *World Energy Update : "Market Fundamentals Point Toward Oil Production Shortages" by Turn of Century, April 1995, P 5*

5- *Hamdi El Banbi : " How To Cope with Flat Oil Prices ?" Keynote Speech, 9 th. Middle East Oil Show, Bahrain, March 11-14, 1995.*

6- *Hamdi El banbi : " Coping with the Perspective of Flat Oil Prices ", 6 th. Repsol -Harvard Seminar on World Market, S' Agaro, Spain June 12-14, 1995.*

models of contract for each task independently has been the rule . Generally , such policy of fractionating tests increases overheads; i.e, more contracts to manage , more paperwork, more permits, and more support services to provide to contractors. This policy increases the probability of interface problems between contractors handling successive tasks, rather than contracting for each task independently. The oil and gas company can elect to bundle the tasks and contract for fewer suppliers with a larger workscope and fewer interfaces in the process. This leads to reducing overhead and changing the relationship between oil companies and contractors by developing mutual alliances and better use of resources .

In fact integrated services are nothing new . Certain companies have already used this approach for quite a number of years. Service companies have pooled resources to better face challenges posed by the market factors and grouped activities to manage cost and to improve quality of products and services offered to operators : a win -win situation for both parties .

An example where integration pays out is in turnkey jobs. The day is not far of when it will be common practice for oil companies to award turnkey contracts for field development, drilling and well completion. When risks and rewards are shared in an appropriate manner all parterres will have equity in the final result. Instead of being penalized for underperformance , the contractor will be a partner with the oil company to share risk, and rewards .

Arrangements like this are already beginning to surface in North America and the North Sea. We need to encourage similar practices in other areas as well .

9. **Promote fair gas pricing based on the environmental advantages gas offers to the consumers.** Gas the - least pollutant of fossil resources -ought to obtain a higher market price per calorie than other forms of fossil energy . Current gas prices compared with those of oil are not fair on either the basis of calorific content or the environmental advantage of gas. Natural gas is an environmentally friendly and efficient fuel. It possesses a unique combination of chemical and physical properties which make it a highly desirable energy source . Low $CO_2$ emissions emanate from its combustion and its gaseous state allows for an optimal mixture with air . These benefits , when combined with competitive pricing, explain the popularity of gas in environmentally conscious areas. This popularity can be used to activate market mechanisms that promote higher market price for gas.

10. **Establish a world gas market** . There is no world gas market today in a way similar to that of oil . One may talk about three or four distinct markets . Today , the Major regional gas trade movements are :

* From Canada to the US , trading natural gas through pipeline .
* From the countries of the former Soviet Union to Western Europe , trading natural gas through pipeline .
* From the gas producing countries of Asia and Australasia to Japan , LNG is traded though special tankers .
* From countries of the Arabian Gulf to Japan and Korea: LNG is traded through special tankers . This trade avenue is expected to develop substantially after the discovery of huge gas reserves in Qater. Future customers of this market will include India and China .
* From North Africa to Southern Europe across the Mediterranean , trading natural gas and LNG .

In general, these markets are segmented and consist of groups of bilateral and multilateral agreements demonstrating that gas is still considered a regional commodity . Each of these regional markets has its distinctive traits : Limited independence , independent financial institutions and suppliers , and different modes of transportation and supply .

However , these regional markets are not completely isolated from each others . What happens in one market affects the other markets. They share the same environmental concerns, and believe in the environmentally positive role of gas . These shared concerns are factors that work in favor of having a single world gas market .

Gas as an international commodity, is young, relative to oil which is now a mature world market with 40 to 50 years of history and achievements . Despite the fact that gas has its specific transportation , processing and handling requirements, the gas industry needs to study and learn from the oil market experience to avoid practice that may lead to destabilization . The purpose of studying the oil case is to accelerate the process moving towards a single world market for gas .

## CONCLUSION

The industry has learned many lessons during the

Also successful operators will form alliances and long-term business partnerships with key vendors to provide turnkey services that are today conducted in - house at high costs. The industry will benefit because the services will be provided at the lowest possible cost while maintaining or even exceeding today's standards for quality .

Office support systems should be re-designed and re-engineered from the bottom up . Support activities are being out-sourced or shared . This allows the oil companies to concentrate on what they know best : discovering and selling commercial quantities of oil and gas. The business focus on core competencies and outsourcing non-core work reduces overhead costs.

5. **Help some developing countries to build their infrastructure** and improve their standard of living in order to use more oil and gas instead of depending basically on wood and forest in satisfying their basic energy needs . Energy consumption per capita in these countries is still far below the international average . Boosting oil and gas consumption will improve the market conditions by increasing demands and , therefore, reducing excess oil in the international market . As a result, this will help preserve rain forests and green surface areas for the global benefit of all .

6. **Develop management systems** in ways that can support technical and business goals . In other words , force paradigm shifts in our work processes . The purpose of change is to develop enhancements in business that could not have been developed through intensive use of technology alone . Improved management processes lead to better utilization of available resources by applying the new management concepts of partnering , alliance , and total quality management. Such work processes accelerate implementation of other actions . A clear competitive advantage exists for those organizations who will align management systems with other organizational components . The outcome of the application of these managerial practices will help reduce cost and will add value to the business without expensive investment .

Some companies in the Egyptian Oil Industry have already stated the process of total quality management. They subjected their systems to analysis. This is the same as we all do for technical operations .

7. **Develop partnerships** based on long-term mutual cooperation and trust to improve work conditions and to develop exploration for oil and gas . Partnerships will allow fair competition between companies to compete for optimizing exploration costs, reduced cycle time, and optimizing the way of discovering and replacement reserves. long-term survival and the leading role of the industry will depend on how we share the load of applying new technology , protecting environment, and meeting other challenges we all face. Partnerships between consumers and producers must be long-term. Oil and gas projects, by nature , involve huge investments that pay back after long years of stable prices and regulations .

World wide , alliances and partnerships are becoming an increasingly popular vehicle for cost and risk management . The relationship between operating companies and vendors and contractors is being redefined . In a partnering arrangement , the focus shifts from customer and supplier relationship to the quality and the cost of the total work process. All parties benefit by reducing total cost and removing non-value added work from the entire enterprise . An essential requirement for successful partnering is a collaborative relationship founded on trust, integrity and open communication. Partnering and international cooperation are very important in the gas industry. Producers, consumers, and transit countries need to join efforts to reduce risks and to ensure the continuous supply of gas to destinations.

Without partnering to share expertise and experience, many of the big projects may not be economical. There are specific examples of this world- wide cooperation :

* Industry has shared investment in R&D and in applying new technology . This cooperation has allowed the industry to venture in hostile areas and deep water prospects that were not considered viable without technical cooperation between concerned parties . Several operators have already pooled their technology, resources , best practices , and manpower to develop minimal offshore structures to reduce exploration costs and to allow for exploration in remote deep water , previously avoided because of huge sums required for exploitation .

* Company scout-check meetings have multiplied to enhance mutual cooperation between investors and other partners to move from free-competition to competitive cooperation .

8- **Integrate services** . The desire to reduce cost and improve business efficiency without compromising the quality of work , is the primary drive to integrate sevirces for many of the oil companies . Conventional

order to stay competitive . In their continuous effort to cut costs, the companies have implemented restructuring, reengineering, and downsizing programs to improve work efficiency. These efforts have resulted in a massive manpower reduction, Many of the laid off staff have left the oil industry. The return of these experts to the oil and gas industry is not guaranteed .

No programs have been planned for the replacement of qualified staff when business needs dictate . Optimists forecast that the industry will recover and activities may pick up near the end of the century . The industry may not have enough experienced manpower when the demand for qualified staff picks up in the future .

Addressing problems raised by these three challenges ( high investments, environmental constraints, and rightsizing ) need special effort, especially with a flat market price .

## HOW TO FACE THESE CHALLENGES ?

The answer to this difficult question requires basic changes in mindset and in ways of running the business. In order to be profitable petroleum companies are and will remain under constant pressure to reduce exploration and production costs , while governments will continually look for ways to attract more capital for investment. The following highlights actions for successful solutions to overcome these challenges .

1. **Promote cost awareness in international gatherings**. The Society of petroleum Engineers (SPE), the American Association of Petroleum Geologists (AAPG), The Society of Exploration Geophysicist (SEG), The Organization of Petroleum Exporting Countries ( OPEC), and other specialized organizations hold meetings to brainstorm and exchange ideas on issues of concern . Cost optimization is one of these topics . Such conferences generally encourage creative thinking for the benefit of the industry . Continued low prices will mean more requirements for innovations and the use of new technology to reduce cost . In these and similar conferences , the industry needs to discuss ways to manage the application of new technology , and to manage the joint efforts of petroleum and service companies to develop a relationship for maximum efficiency .

2. **Create an international climate to enhance development** of technology and technology transfer in order to gain benefits from recent scientific advances . Benefits include cost reduction either directly or indirectly through minimizing operational or technical risks . There are specific examples to cite in this direction :

   * The application of 3-D seismic techniques has decreased to a great extent , the risk involved in petroleum exploration through providing a more accurate assessment of all key elements. The novel 4-D technique is another promising tool that will develop further industrial benefits when integrated with static and dynamic reservoir information .

   * Advances have also been realized in field development and exploitation, preventive maintenance , horizontal drilling , completion equipment and techniques , production facilities , use of minimal offshore structures , reservoir characterization and enhanced recovery techniques . This approach has been particularly successful in Egypt . I am sure that the same approach has paid off in other countries too.

   Many of the host countries have already assessed their oil and gas policies and environmental regulations to facilitate the transfer of technology and expertise. This will improve competitiveness , and to create new opportunities for the industry . Such efforts aid in producing oil gas at a cost that could still keep the industry profitable [3] . The end-result of the application of advanced technology is already paying dividends by reducing investment risk and production costs .

3. **Optimize local consumption of liquid products** and develop the use of natural gas in the producing countries to spare more resources for exportation . Only recently , natural gas has been used as a source of energy in the countries of the Middle East . Developing the use of natural gas will also help producing countries in the Middle East to free up oil resources for export . Oil spared through optimization efforts or by developing the use of natural gas is oil available for the international market without building new facilities or without additional expensive investment .

4. **Pay close attention to cost management** . In an era of continued low prices , successful oil and gas companies and suppliers are constantly searching for ways to work smarter and reduce overhead costs . Successful corporations will have specialized operating business units in drilling , seismic operations and other disciplines not only to provide services to mother corporations , but to provide services to outsider customers . By not limiting services to corporations , the business units can therefore be used full time instead of being idle for part of the time when there are no activities .

about in the world . Change has been our constant companion. To-day , the more explicit reserves have already been discovered . However, the remaining opportunities may still be considerable . In order to meet future energy demands and to add new rserves, the industry has no alternative but to apply the latest state - of - the art technology , to heavily invest in oil and gas new ventures and to cooperate in securing a supply of energy for future generations . In traditional ways these efforts require higher oil price than what is now . The challenge is how to do all of these while coping with present flat oil prices .

## CHALLENGES FACING THE OIL INDUSTRY

Whether we like it or not , depressed oil prices will continue as we march forward into the 21st century . The industry will be expected to secure an energy supply for future generations under flat-price conditions . To do this, we must seek ways for the oil and gas industry to cope with flat prices and future financial requirements of the business. We must adapt our plans to this situation . Ingenuity and creativity will be required to align policies with the economic environment to survive the harsh challenges that have developed during the last decade .

Also , the industry has to accommodate more expensive techniques and expect smaller - size or marginal oil and gas discoveries than those we were accustomed to in the past. This is especially true when these discoveries are close to consuming areas . The contributions of these discoveries could be very important , if they are handled properly .

The international petroleum industry in its sustained efforts to optimize resources in a cost conscious environment has been working under certain challenges:

*** Requirements for large investments :**

Because of production declines and reduced revenues , the industry reacts by reducing investment in marginal , hostile , and environmentally challenging areas and tends to invest only in lucrative , easy ventures. Exploiting new discoveries in frontier or hostile areas may need larger investments.

In the case of gas ventures , exploitation and marketing operations can be more expensive than oil . Investment in these expensive ventures is contingent upon market prices for energy , especially oil . For example , yearly future gas demand will increase from 1689 million tons of oil equivalent (MMTOE ) in 1990 to 2786 MMTOE in 2020 [3] which represents about 65% increase over 30 years . One third of the requirement will be needed by the year 2000 and could be made available by contract extensions and comparatively inexpensive expansion of existing facilities . The remainder will require investments that could vary between 6 and 13 billion US dollars per project . In total, satisfying these new requirements may require as much as 1000 billion US dollars to be spent on gas development and supply projects, mostly after the year 2000.

Needless to say , the willingness to invest these huge sums of money depends on how gas supply costs compare with the market's ability to pay for gas [2] . However , irrespective of gas price , financial institutions will help only if their investments are safe and / or returns are high.

Therefore , suitable oil prices allow the national gas distributor to pay gas prices at the border and to market these volumes to inland gas customers in competition with oil prices . In the example of Europe , an oil price level between $ 25 and $ 35/ barrel is needed to generate border gas net backs equal to the corresponding gas supply costs [1] . The question is how these projects will materialize at significantly low , flat oil prices of the order of US $ 16 / barrel .

* **Environmental Constraints** will affect future exploration and production of hydrocarbons . There is a tendency to place a disproportionate share of the blame for environmental problems on the petroleum industry . This represents a serious concern to us. Traditionally , measures have been oriented towards protecting man against nature's forces. Today , the need is to protect nature from man's activities . Environmental risk and costbenefit analyses shall inevitably become a basic component of local as well as international oil industries.

The Petroleum industry is very seriously taking into consideration the environmental issues . It is now mandatory to exercise sustained efforts to protect the public environment and the citizens' lives by minimizing the dangers of pollution . The oil and gas industry should do so in the same professional manner as it is done in exploration and production activities . Host countries using both local and foreign experience , have started enforcing environmental standards to make operations clean , efficient , and profitable .

* **Rightsizing Requirements** : The drastic fall of oil prices during 1985-1986 have contributed to the decline of the net revenue of majors and other operators . Companies have optimized investments and taken diversified measures to cut cost of operations to reduce costs and to face severe shortages in capital supply in

# IMPACT OF UNCERTAIN OIL PRICES ON INVESTMENT AND INTEGRATION EFFORTS IN THE OIL AND GAS INDUSTRY .*



By
**Dr. Hamdi El Banbi**
Minister of Petroleum, Egypt

## ABSTRACT

A rapid review of the energy resources situation in the world to-day shows the important role oil and gas have in human life . The world's economies will continue to rely on oil and gas as a major energy source . It is absolutely critical that policy makers - governments , the investment decision makers , and oil companies - cooperate in securing a supply of energy for our future generations .

The international oil industry , in its sustained efforts to optimize resources in a cost conscious and challenging environment has been working under several constraints : reduction in investments, environmental issues and policies , and workforce optimization . The paper highlights recommendations to face these challenges.

## INTRODUCTION :

Energy resources situation in the world these days emphasizes the importance that oil and gas have in the world energy market :

* Coal , beside wood , the oldest known fossil source of energy , contributes about 27 percent of today's world primary energy consumption . Coal still has to become cost competitive to oil and , more practical for every day use relative to gas . In addition , coal is less competitive than oil and gas because of the environmental results from its extensive mining and burning . It is expected that the future coal share of total world-wide energy will stagnate or even drop below the current levels .

* Hydro Electric resources count for 2.5 percent of the energy utilization world-wide . There could be a room for some expansion pending on investment in new hydraulic projects.

* Nuclear energy, which represents about 7 percent of the world's energy consumption , needs further technical progress to overcome serious environmental and safety concerns.

* Renewable resources , such as solar and wind energy, count for a fraction of one [1] percent of the total energy consumption. These renewable resources are exotic and require further development to solve technical and practical problems before they can reasonably compete with oil and gas alternatives . They are not yet available on an industrial scale , but can have important place in unique , yet small , applications.

* Oil & gas are and will remain , by far , the principal sources of energy for the foreseeable future . Alone , they supply about 63 percent of the world's consumption of primary energy . World wide , gas reserves seem more geographically diverse than current oil reserves. Also , gas reserves have been developing at a faster pace during the last two decades. If gas reserves continue to develop at such rates, they will surpass those of oil in the not very distant future .

With this world map of energy consumption for the next century in mind , oil and gas will account for the major part of the world's energy. The world will continue to rely on oil and gas as the primary energy source. Demand for oil is projected to grow at a rate slightly less than 2 % per year in real terms. At present, excess production capacity is within 2 MMBOPD of demand and supply should continue to exceed demand probably till the year 2005. By the year 20100, demand could outstrip production by as much as 11 MMBOPD. [4]

The oil industry , over the last one hundred years , has experienced as much change as it has brought

* Published in the American Petroleum Technology Journal on 6th Feb. 1996.

# CONTENTS

# JOURNAL OF THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS

28 Ramsis St. Cairo ARE Tel: 5740488

VOL. 35 ISSUE No. 3 - 1996 ISSN 1110 - 1253



## INSTRUCTIONS FOR AUTHORS OF ARTICLES

* Issued quarterly - Contributors are invited to submit material for editorial consideration addressed to the Editor.
* The Journal publishes articles contributing to the advancement of engineering science and applications.
* Scientific articles may be typewritten in Arabic or English and should start with abstracts in both languages.
* Authors' names should be given in full, in both languages, together with their academic titles and professional occupations
* The Journal does not hold itself responsible for the opinions or the contents expressed by the authors.
* Articles may not exceed 8 pages. In this respect, mathematical derivations may be abreviated and tables replaced by curves.
* Curves to be drawn on tracing paper, and to occupy half a page at most. Exceptionally, full page curves or plates are admitted. Curves presented will be scaled down to these sizes. Figures and lettering on curves should not be less than 3 mm even after scaling down.
* References to be given at the end of each article and classified alphabetically according to author's name followed by the name of the journal or book and the date of issue.

## Yearly Subscriptions

### Inland:

| | |
|---|---|
| Engineers | 20 L. E. |
| Non - Engineers | 50 L. E. |
| Organisations | 500 L. E. |

### Abroad

| | |
|---|---|
| Individuals | 75 US $ |
| Organisations | 500 US $ |

مجلة جمعية المهندسين المصرية

٢٨ شارع رمسيس - القاهرة ج.م.ع - ت ٥٧٤٠٤٨٨

المجلد الخامس والثلاثون - العدد الرابع ١٩٩٦ ردمد ١١١٠ - ١٢٥٣



- تصدر المجلة ربع سنوية
- ترسل النصوص المطلوب موافقة هيئة التحرير على نشرها باسم السيد رئيس التحرير .
- تنشر المجلة المقالات التى تسهم فى رفع مستوى العلوم الهندسية وطرق ممارستها .
- تقبل للنشر المقالات العلمية بإحدى اللغتين العربية أو الانجليزية على الآلة الكاتبة وتبدأ بخلاصةABSTRACT بكل من اللغتين .
- المجلة غير مسئولة عن الآراء والمحتويات التى تنشر وهى تعبر عن كاتبها فقط .
- تذكر أسماء أصحاب المقالات كاملة باللغتين ومعها القابهم العلمية ووظائفهم .
- يراعى الا تتجاوز المقالة ٨ صفحات بالمجلة ، وفى سبيل ذلك يختصر الاشتقاق الرياضى ويستعاض عن الجداول بمنحنيات مرسومة بالحبر الشينى الأسود ، على أن يشغل المنحنى نصف صفحة على الأكثر ولا يشغل صفحة كاملة إلا فى حالات استثنائية وسيصغر اىّ منحنى إلى تلك المقاسات .

  ويراعى الا يقل ارتفاع الحروف أو الارقام على المنحنيات المنشورة عن ٣ مم بعد التصغير .
- يعنى بذكر المراجع المستقى منها المقال وتصنف تبعاً لإسم المؤلف ثم العنوان ثم المجلة أو الكتاب وتاريخه .

**اشتراكات المجلة :**

- **داخل البلاد :**

| | |
|---|---|
| الاشتراك السنوى للمهندسين | ٢٠ جنيها |
| الاشتراك السنوى لغير المهندسين | ٥٠ جنيها |
| الاشتراك السنوى للهيئات | ٥٠٠ جنيها |

- **بالخارج :**

للافراد ٧٥ دولار أمريكى سنوياً .

وللهيئات ٥٠٠ دولار أمريكى سنويا .

وذلك عن الاربع أعداد السنوية ويعامل الواحد بواقع الربع من هذه القيمة .

وتعطى أولوية النشر بالمجلة للسادة الزملاء اعضاء جمعية المهندسين المصرية .

دار الجيل للطباعة تليفون ٥٩٠٤٣٤٣

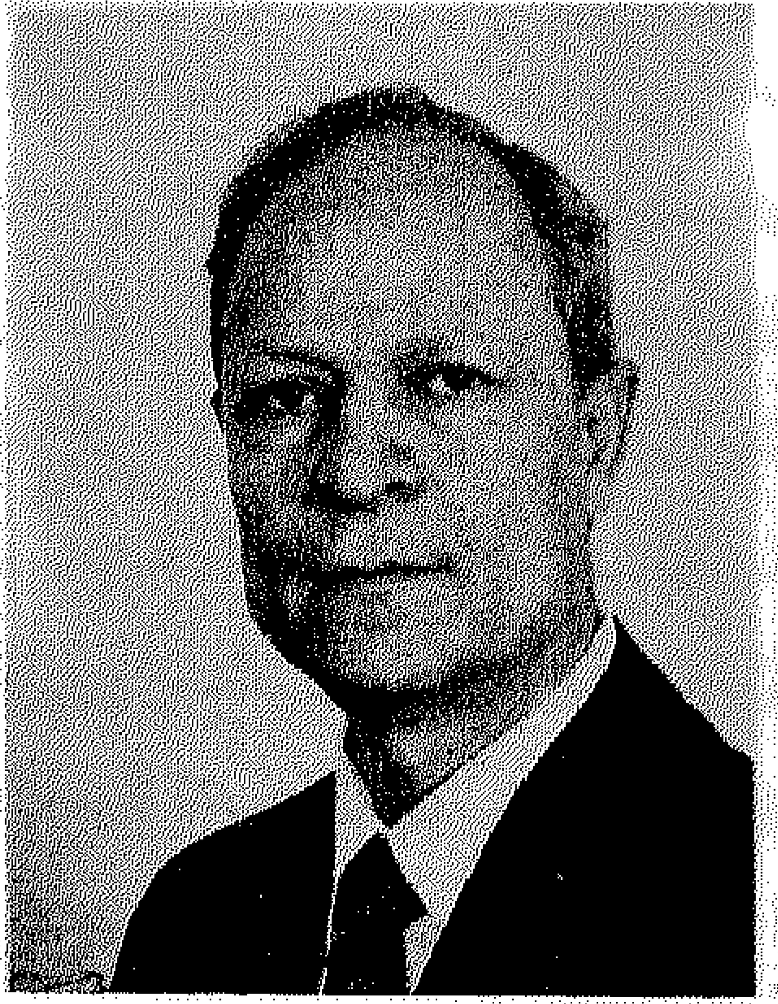
رقم الايداع بدار الكتب ١٩٨٣/٢٩٨

# محتويات العـــدد

## القسم العربى



## القسم الأفرنجى



# أوضاع سوق البترول العالمية
## الأزمات - ونتائجها - وكيفية التعامل معها

د. م. حمدى البنبى
وزير البترول

ظل سوق البترول العالمى طوال الفترة منذ دخول البترول فى التجارة الدوليه ، وحتى أوائل السبعينات ( أى ثلاثة أرباع القرن ) سوقاً للمشترى يتحكم فيه كارتل البترول العالمى ، وخاصة فى أهم مجالين وهما: تحديد السعر المعلن وتحديد معدلات الإنتاج . وقد خاضت الدول المضيفة المصدرة للبترول معارك طويلة من أجل تصحيح الأوضاع التى صنعها الكارتل . ولم تتمكن هذه الدول - حتى نهاية الستينات - أكثر من تثبيت أقدامها فى مواجهة الضغوط مع تحقيق زيادة طفيفة فى عائداتها البتروليه ، عن طريق تنفيق الريع أو الإتاوه ، وإلغاء مسموحات التسويق ، وزيادة ضريبة الدخل على الشركات بالنسبة لبعض الدول المنتجه ، إلا أن عائد الحكومات المصدرة عن كل برميل يصدر ظل فى مستوى منخفض لا يتعدى الدولار الواحد.

ثم شهدت بداية السبعينات تغيرات جذرية ومتلاحقة فى العلاقات البترولية الدوليه ، وفى سوق البترول العالميه ، لعل أبرزها نمو وتعاظم الوزن التفاوضى للدول المضيفة المنتجه .

وأدى ذلك إلى زيادات متعاقبة فى أسعار البترول ، كنتيجة لعدد من الاتفاقيات المتتاليه:

اتفاقيتا طرابلس ، واتفاقية طهران ، واتفاقية شرقى المتوسط ، واتفاقية جنيف ، والاتفاقية الجزائرية الفرنسيه . ودخلت الدولة المضيفة شريكة جنبا إلى جنب مع شركات البترول العالمية فى تحديد المجالين الهامين السابق ذكرهما : معدلات الإنتاج ، والأسعار .

وتوجت أحداث أوائل السبعينات بحرب أكتوبر ١٩٧٣ المجيده ، وبسببها وما ترتب عليها من آثار وقرارات ، توالت التغيرات الجذرية فى العلاقات البترولية الدوليه. فقد رفعت أوبك أسعار البترول من نحو ثلاثة دولارات إلى ١١،٦٥ دولار للبرميل.

وقد أحدثت هذه الزيادة غير المسبوقة والمفاجئة والمربكة فى السعر، والتى تقررت لأول مره من طرف واحد، ردود أفعال واسعة لدى الدول الصناعية المستوردة للبترول التى أطلقت عليها تعبير ثورة الأسعار ( الأولى) أو " أزمة البترول".

و سارعت الدول الصناعية بإعادة ترتيب أوراقها عقب هذه الزيادة باقتراح تقدم به هنرى كيسنجر ، وزير الخارجية الأمريكى الأسبق بإنشاء الوكالة الدولية للطاقة IEA فى فبراير ١٩٧٤ ،والتى قامت بوضع وتنفيذ ومتابعة سياسات الطاقة للدول الصناعية المستوردة للبترول ، والتى ضمت كل أعضاء منظمة التعاون الاقتصادى والتنمية OECD ( فيما عدا فرنسا). وقد تجاوزت هذه السياسات سياسة الدولة الواحدة إلى سياسات مشتركه، وذلك بالرغم من صعوبة إيجاد التوازن بين مصلحة الدولة ومصلحة مجموعة الدول الصناعية المستوردة للبترول .

و قد رددت الدول الصناعية أن الارتفاع الحاد فى أسعار البترول ، قد أدى إلى زيادة معدلات الركود التضخمى Stagflation ، والبطالة وتدهور موازين التجارة والمدفوعات واضطراب الأسواق المالية والنقدية العالميه...الخ.

و لكن الدول الصناعية أخذت تواجه مشاكلها بطريقة مخططة ومدروسة اتخذت عدة اتجاهات وسارعت، إلى زيادة أسعار صادراتها وخاصة إلى الدول المصدرة للبترول ، وبنسبة

تفوق معدل الزيادة فى أسعار وارداتها البتروليه ، وتمكنت من تدبير العجز فى موازين مدفوعاتها البترولية عن طريق إعادة تدوير أرصدة الدول المصدرة للبترول واستطاعت امتصاص آثار الزيادة فى أسعار البترول. والجدير بالملاحظة أن سياسات الدول الصناعية المستوردة كانت سياسات معروفة معلنة وأدوات تنفيذها كانت واضحة أمام الدول المصدرة وخاصة بالنسبة لسياسة تكوين المخزون الاستراتيجى.

و بعد ، وبسبب قيام الثورة الإيرانيه ، ثم اشتعال الحرب بين إيران والعراق ( حرب الخليج الأولى ) اشتعلت" ثورة الأسعار الثانية" أو " أزمة البترول الثانية" ١٩٨٠/٧٩ ، وشهدت الأسواق زيادات حادة أخرى فى الأسعار إذ قفز السعر الرسمى للأوبك إلى ٣٤ دولار للبرميل ، وزاد السعر فى بعض صفقات السوق الحرة على الأربعين دولار للبرميل.

وكان من المتوقع أن تكون هذه الزيادة الحادة فى أسعار البترول زيادة مفاجئة ومربكه ، إلا أن الدول الصناعية كانت قد استوعبت درس ثورة أسعار البترول الأولى ، واستعدت للمتغيرات الجديدة فى سوق البترول العالمى بفضل تنسيق وتوحيد سياساتها من خلال السياسات الدولية للطاقة التى وضعتها ونفذتها الوكالة الدولية للطاقة فى مواجهة أوبك وتمكنت من تحويل موازين القوى فى سوق البترول العالمية لصالحها. وأكبر دليل على ذلك ما جرى على ساحة سوق البترول العالمية والعلاقات البترولية الدولية منذ أوائل الثمانينات واستمر حتى الآن ، والهبوط المتتالى الشديد فى أسعار البترول، ولعل أكبر دليل على وحدة السياسة والهدف موقف بريطانيا والنرويج ، وهما مصدران للبترول إلا أنهما عضوتان فى الوكالة الدولية للطاقه ، من عدم استقرار سوق البترول العالمية وتراجع الأسعار ، فهاتان الدولتان تصران على ترك تحديد هيكل الأسعار ومعدلات الإنتاج لقوى السوق ورفض أى تنسيق مع الدول المصدرة للبترول.

و يلاحظ أن سوق البترول العالميه ، طوال الفترة بين حرب أكتوبر ١٩٧٣ ومطلع الثمانينات قد ظلت سوقا للبائع ، ولكن منذ أوائل الثمانينات أخذ حجم الفائض فى هذه السوق يتزايد، وساد هذه السوق التذبذب فى الأسعار والتراجع التدريجى فيها.

كما يلاحظ أنه حتى أوائل السبعينات كانت شركات البترول الدولية هى التى تدير وتقود وترسم العلاقات البترولية وهيكل الأسعار ومعدلات الإنتاج فى مواجهة حكومات الدول المضيفه ، ثم تحولت العلاقات البترولية الدولية منذ حرب أكتوبر ١٩٧٣ وحتى الآن وأصبحت علاقات مباشرة بين الدول الصناعية المستوردة والدول المصدرة بشكل منفرد أو بشكل جماعى من خلال التجمعات والتكتلات ( أوبك، أبيك، حوار الطاقة العالمى...الخ ).

لقد احتلت العلاقات المباشرة بين المستوردين والمصدرين المكانة التى كانت تحتلها العلاقات بين الحكومات المضيفة وبين شركات البترول العالميه ، وتوارى الدور الذى كانت تتولاه هذه الشركات وأصبحت أدوات تنفيذية لتحقيق سياسات الطاقة الدولية للدول الصناعية ولجمع المعلومات ، وتحققت فعلا العلاقات المباشرة بين المصدرين والمستوردين ولكن بصورة تختلف تماما عن الصورة التى كانت تتطلع إليها الدول المضيفة فى السابق.

لقد انتهى عصر الطاقة الرخيصة مع اشتعال نيران حرب أكتوبر ١٩٧٣ ، وظهر نمط جديد للعلاقات البترولية الدوليه ، وأخذت الدول الصناعية تتدخل فى سوق الطاقة بطريقة مباشرة وبشكل مكثف لتوجيه أنماط استهلاك الطاقة على الأمدين القصير والبعيد، وشمل ذلك حجم ونمط الاستهلاك وحجم الطلب على البترول المستورد ، ومصادره – من أوبك ومن خارجها – وقد انتهجت هذه الدول سياسة تهدف أساسا إلى خفض اعتمادها على البترول المستورد بوجه عام وبترول أوبك بوجه خاص . وشمل ذلك أيضا فرض الضرائب على المنتجات البتروليه ، ورفع أسعارها ، واتباع نظام السعرين ، أى فصل أسعار واردات الزيت الخام عن سعر المنتجات للمستهلك النهائى . كما شمل المشاريع المشتركة والأبحاث لتطوير مصادر الطاقة البديله ، وتطوير الوسائل التكنولوجية للحفاظ على الطاقة فى مختلف القطاعات الاقتصادية المستخدمة لها ، وبرمجة التطوير كما وسعرا ، وربط معدلات الطلب بمعدلات النمو الاقتصادى ، وربط كثافة استخدام الطاقة بالناتج القومى الإجمالى ، وترشيد استهلاك الطاقه ، واستخدام سياسة الضرائب لخفض معدلات الطلب على البترول . وبذلك أمكن

خفض معدلات طلب الدول الصناعية على البترول. وقد أدى تراجع الطلب، مع تزايد المخزون الاستراتيجي باطراد ، واستخدامه بالسحب منه بمعدلات كبيرة فى أوقات الذروه ، وتوقع ارتفاع الأسعار ، إلى الضغط بشدة واستمرار على أسعار الزيت الخام وإلى تراجع إنتاج أوبك وتراجع عائداتها .

وعلى الجانب الآخر ، جانب المصدرين، وطوال السبعينات وحتى أوائل الثمانينات كانت قابلية الاستيعاب لدى الدول المصدرة للبترول كبيره، وبالنسبة لأوبك فقد أخذت فوائضها المالية تتناقص بل وصلت إلى وضع أصبح فيه معظم الدول المصدرة مدينا ، هذا فضلا على تأثير دخوله كنتيجة لتغير أسعار صرف العملات.

ولم تنجح الدول المصدرة للبترول سواء أعضاء أوبك فيما بينهم أو بين أوبك وبين الدول المصدرة الأخرى من خارجها ، فى التوصل إلى سياسة مشتركة لضبط معدلات الإنتاج، بما يحقق توازن العرض والطلب فى سوق البترول العالمى ، وبما يؤدى إلى بلوغ سعر عادل للبترول أو حتى بما يؤدى إلى إيقاف التدهور الحاد والسريع فى أسعار البترول.

لقد كانت الدخول الكبيرة فى عائدات الدول المصدرة للبترول سببا فى إنفاقها بسرعة كبيرة وبطريقة غالبا ما كانت غير مخططة أو مدروسة النتائج. فقد سهلت الزيادات الكبيرة والحادة فى أسعار البترول فى ثورتى الأسعار الأولى والثانية وأسرعت بعمليات إنفاق فى مجالات متعددة : تنمية فى مجالات استهلاكية عاده ، وإنفاق ضخم متزايد من الصعب السيطرة عليه ، واتخذت الزيادات فى العائدات - فى جانب كبير منها - مسارات للإنفاق والاستثمار فى الدول الصناعية ولصالح اقتصادياتها ، ومولت حروبا كبدت مليارات الدولارات كان يمكنها أن تغل دخلا يزيد على الدخل من صادرات البترول .

وحدث كل ذلك فى ظل غياب التنسيق بين المصدرين وفى ظل غياب سياسات اقتصادية واستثمارية وانفاقية سليمة لدى الدول المصدرة للبترول ، ولاختيار أفضل الوسائل لحماية المصالح المشتركة بينها.

لقد اختل التوازن بين عرض البترول وطلبه العالميين وتزايد الفائض فى الأسواق ولم تنفذ السياسات والخطط التى وضعتها أوبك وخاصة فى مجال سقوف الإنتاج وحصص الإنتاج والتنسيق والتعاون بينها وبين المصدرين من غير أعضائها، وساعد على ذلك التناقض الحاد بين المصالح والسياسات والحروب وعدم القدرة على اتخاذ قرار جماعى أو وضع سياسة وإستراتيجية لمعالجة قضايا هيكل التسعير ومعدلات الإنتاج ، ومواجهة السياسات الدولية للطاقة التى وضعتها ونفذتها بنجاح منقطع النظير الدول الصناعيه.

ومع منتصف الثمانينات حدثت حالة من الفوضى فى سوق البترول العالمى وانهارت الأسعار، واتهمت دول أوبك الخليجية المصدرين غير أعضاء أوبك بأنهم سبب انهيار السوق ، وأقدمت على إغراق السوق بكميات ضخمة متزايدة من البترول معلنة "حرب الأسعار" ونبذت مبدأ التمسك والحفاظ على السعر الرسمى واستبدلته بمبدأ " نصيب عادل فى حجم سوق البترول العالمى " وفى عام ١٩٨٦ ارتطمت أسعار البترول بالقاع وبلغت مستوى متدنيا وحلت" نكسة أسعار البترول " والحقيقة أن هذه النكسة لم تكن من صنع العالم الصناعى وحده بما اتبعه من سياسات ناجحة للطاقه ، وبما أدت إليه من نتائج ، كما لم تكن من صنع المصدرين من خارج أوبك وحدهم، عندما مارسوا حقهم الطبيعى فى عرض إنتاجهم البترولى فى سوق حرة مفتوحة تخضع لقوانين العرض والطلب ، ولكن شارك فيها أيضا عدد من أعضاء أوبك وشارك فيها التناقض الحاد فى المصالح والسياسات ، وشارك فيها التمادى فى رفع الأسعار الرسمية دون التنبه لحقيقة وضع السوق وحقيقة موازنات الطاقة العالميه.

لقد ألحقت نكسة أسعار البترول أضرارا فادحة ليس بالدول المصدرة للبترول فحسب، ولكن أيضا بالدول الصناعية المستوردة للبترول ، فقد أضيرت صناعة البترول العالمية وعمليات البحث عن البترول واكتشاف احتياطيات بترولية جديده تعوض ما استخرج منها وتضيف إلى هذا الاحتياطى لمواجهة الاحتياجات العالمية المستقبليه ، وتراجعت عمليات تطوير بدائل الطاقة وتكنولوجيا التطوير ، وأضيرت الاستثمارات والصناعات والاقتصاديات الغربية التى كانت عائدات الدول المصدرة للبترول مصدرا أساسيا لتمويلها . وتوقفت الدول

المدينة عن سداد أقساط ديونها وخدمة الدين إلى البنوك الغربيه ..الخ . وهذا دفع كل أطراف علاقات البترول الدولية إلى العمل بجدية لاتخاذ كافة الوسائل لتحقيق الاستقرار فى سوق البترول العالمية وإيقاف تدهور أسعاره . وقد استعادت هذه السوق بعض الاستقرار واستعادت أسعاره بعض الارتفاع وذلك خلال الفترة من عام ١٩٨٧ وحتى قبيل الثانى من أغسطس ١٩٩٠، تاريخ الغزوة العراقية لأراضى الكويت واحتلالها.

لقد شهدت منطقة الشرق الأوسط منذ حرب أكتوبر ١٩٧٣ وحتى الآن - قضايا وصراعات إقليمية ومحلية ومتغيرات ضخمة ترتبط بشكل أو بآخر بالبترول ، منها الحرب الأهلية فى لبنان واحتلال إسرائيل لجنوبيه ، ومشاكل القرن الأفريقى والصومال وإثيوبيا، والحركة الانفصالية فى جنوب السودان ، والصحراء الكبرى والبوليساريو ، ومضيق هرمز ، وتوقف ضخ البترول العراقى عبر أنابيب البترول المارة بسوريا، وعودة الملاحة فى قناة السويس ، وبناء وتشغيل خط أنابيب سوميد وخط الأنابيب الإسرائيلى ، وحرب الخليج الأولى وحرب الخليج الثانيه .

وقد جاءت حرب الخليج الثانية عقب أحداث هامة ترتبط أيضا بالبترول بشكل مباشر أو غير مباشر ، فقد جاءت عقب التقارب الأمريكى السوفييتى ، وتزامنت مع بداية بروز دور كبير متوقع لأوروبا الغربيه ، ومع وحدة الألمانيتين ، وبروز قوة اقتصادية لدول آسيوية أخذت تحتل مكانا كبيرا على خريطة العالم الاقتصاديه ، وبعد تقارب عربى وعودة مصر إلى جامعة الدول العربيه ، وعقب تجمعات وتكتلات عربيه ، وعقب توقف قتال طويل استمر ثمانى سنوات بين العراق وإيران ، وبعد أن أوشكت أوبك فى أواخر يوليو ١٩٩٠ ، على أن تتخطى خلافاتها وتوحد كلمتها وترفع السعر الرسمى لبترولها من ١٨ إلى ٢١ دولار للبرميل وتتفق على الالتزام بسقف إنتاج وبحصص محددة لكل من أعضائها ، قفزت حرب الخليج الثانية بأسعار البترول إلى أرقام فلكية لم تتحقق حتى بعد ثورة الأسعار الثانية ( ١٩٨٠/٧٩ ) إذ فاقت مستوى الأربعين دولار للبرميل فى بعض الصفقات حتى بالنسبة لزيوت البترول البعيدة عن قلب الأحداث .

ولم يكن عامل الندرة أو المبررات الاقتصادية هو العامل المسبب للارتفاع والتذبذب الكبير فى السعر إبان الأزمه ، ولكن العوامل السياسية والشائعات والتوقعات كانت وراء الارتفاع الكبيروالتذبذب فى السعر.

لم يطل عمر الارتفاع الحاد فى أسعار البترول خلال أزمة حرب الخليج الثانية والذى استمر حتى تحرير أراضى الكويت ، فقد أخذت الأسعار فى التراجع السريع عقب تحرير أراضى الكويت ، بل تدنت الأسعار فى شكلها الحقيقى وليس الإسمى إلى ما دون أسعار نكسة ١٩٨٦ ، فى حين كان البعض يتوقع لها أن ترتفع إلى مستويات فلكية تصل إلى المائة دولار للبرميل .

وطوال الفترة منذ انتهاء أزمة حرب الخليج الثانية وحتى الآن لم تصل أسعار البترول فى الأسواق العالمية إلى مستوى الأسعار الرسمية لأوبك حتى وقت أن كانت ١٨ دولار للبرميل أى إلى المستوى السائد قبل زيادتها إلى ٢١ دولار للبرميل .

وقد شهدت الفترة منذ تحرير أراضى الكويت وحتى الآن تزايد الحديث عن ربط الطاقة والبترول بمتطلبات وإجراءات منع التلوث وحماية البيئة وربط قضايا الطاقة بقضايا البيئة والتنمية الاقتصادية وفرض ضرائب الكربون والطاقة والجازولين...الخ ، وضرورة العمل على تطوير بدائل الطاقة التى كانت قد تراخت مع تراجع أسعار البترول منذ أوائل الثمانينات .

كانت المحصلة النهائية لأزمات البترول أو لثورات الأسعار فى صالح الدول الصناعيه ، فقد حققت الآن إمكانيات حصولها على البترول فى الحاضر والمستقبل المنظور بتكلفة اقتصادية فى حدها الأدنى الممكن مع ضمان تحقيق الأمن القومى فى انتظام إمداداتها وضمانها بما يحقق لها معدلات نمو اقتصادى عالى ، ولن يؤثر تراجع أسعار البترول فى اقتصادها كما حدث عقب أزمة ١٩٨٦ ، وذلك بتمسكها بفصل أسعار المنتجات البترولية للمستهلك النهائى عن أسعار الزيت الخام ، وبفرض ضرائب عالية على استهلاك المنتجات أى أن حصيلة أرتفاع أسعار المنتجات والفرق بينها وبين أسعار وارداتها من الزيت الخام تعود حصيلته بالكامل إلى خزائن الدول الصناعيه.

**أما عن تأثير أزمات الطاقة على اقتصاديات الدول المصدرة للبترول وخاصة الدول العربية فيمكن تلخيصها فيما يلى :**

تعاظم الدور الذى يقوم به قطاع البترول فى اقتصاديات هذه الدول وتعاظمت سيطرته فى هذه الاقتصاديات ، فأصبح يشكل النسبة العظمى بل تكاد تكون النسبة الكلية من الناتج المحلى الإجمالى والصادرات السلعية والإيرادات العامه ، وتضخمت الأعراض التقليدية لما يسمى The oil syndrome : النمو السريع فى كل من الناتج المحلى الإجمالى والاستثمارات والواردات والإنفاق الحكومى والادخار ، مع زيادة حدة التضخم، وانخفاض قيمة العملات الوطنية فى عدد كبير من الدول المصدرة للبترول :

وكانت المحصلة النهائية لهذه التطورات هى الاعتماد المتزايد على الإيرادات الخارجية لسلعة واحدة وهى البترول فى تمويل الإنفاق الحكومى والاستهلاك والاستيراد والاستثمار ، أى الاعتماد شبه الكامل على تصدير مادة أولية واحده ، وهذا يشكل أولى مراحل التخلف .

وقد أدت وفرة عائدات البترول فى الدول المصدرة إلى عدم التجاء حكوماتها إلى فرض ضرائب أو إلى مراجعة السياسات الضريبية أو السعريه . وأدى ذلك إلى وضع ضغوط شديدة على ميزانيات هذه الدول نتج عنها عجز يشكل نسبة مرتفعة من الناتج المحلى وإن كانت الموارد الأجنبية ومختلف أنواع الادخار المحلى قد ساهمت فى تمويل قدر كبير من العجز . وقامت البنوك فى هذه الدول بتمويل نسبة كبيرة من العجز ، مما أدى إلى النمو السريع فى عرض النقود وزيادة حدة الضغوط التضخمية فى اقتصاديات الدول المصدرة للبترول. ولم يصاحب الوفرة فى موارد النقد الأجنبى تحسن فى الأوضاع الخارجية للدول المصدرة للبترول ، فقد ازدادت درجة اعتماد اقتصاديات هذه الدول على الصادرات والواردات السلعية والخدمية بدرجة كبيره ، فتضاعفت نسبة الصادرات إلى الناتج المحلى الإجمالى فيها ، وكذلك ارتفعت نسبة الواردات بدرجة مخيفه .

وقد أدى ذلك إلى ارتفاع درجة انفتاح اقتصاديات الدول المصدرة على العالم الخارجى وخاصة الدول الصناعية الغربيه، وتفاقم أزمة الديون الخارجيه . ولم تستطع الدول المصدرة للبترول استغلال الفرصة التى أتيحت لها خلال أوقات ارتفاع أسعار البترول على الوجه الأمثل ، ولم تكن الآثار التى نتجت عن رواج البترول فى اقتصاديات الدول المصدرة موافقة للتنمية الاقتصادية السليمة ، وذلك على الرغم من الموارد المالية التى سمحت بتحقيق معدل مرتفع للنمو الاقتصادى ، إلا أن الوفرة والرواج قد أجلا القيام بالتعديلات الضرورية لتكوين القاعدة السليمه ، للنمو الاقتصادى الذاتى المستمر. ويرجع ذلك إلى ما رتبته آلية تدفق إيرادات البترول فى اقتصاديات الدول المصدرة من خلال الإنفاق الحكومى من أنماط معينة للإنفاق ومن خصائص مميزة للدول المصدرة للبترول ، إذ أن ميزة هذا التدفق هى القدرة على تمويل الخطط والميزانيات وتحقيق أهداف النمو والتوزيع . ولكن هناك عددا من المساوئ المصاحبة لهذا التدفق ، منها أن عائدات البترول وآليات إنفاقها تؤثر على السلوك والمواقف فى الدولة بشكل قد يعوق التنمية الاقتصادية فهى تؤدى بالضرورة إلى تزايد الإنفاق خلال فترة ارتفاع أسعار البترول . كما أن معوقات التنمية فى خلال هذه الفترة تعود عادة إلى اختلالات هيكلية ترتبط بطريقة تنفيذ برامج الإنفاق ، والنتيجة : تضخم – اختلال اقتصادى – اشتداد حدة التوتر الاجتماعى ، وفقدان الكثير من قيم المجتمع.

ولم تتحقق التنمية فى القطاعات الاقتصادية الأساسية (الصناعة – الزراعة ) وذلك على الرغم من وفرة الموارد التى كان يمكنها تحقيق الكثير وتراجع إسهام هذين القطاعين فى الناتج المحلى الإجمالى ، مما أكد هذه الاختلالات الهيكلية فى اقتصاديات الدول المصدرة للبترول . واعتمد النمو على القطاعات الخدمية وليس على القطاعات السلعيه ، وهى القطاعات المنتجة فى الاقتصاد، أى أن النمو كان شكليا دون أن يكون حقيقيا .

**و الآن من المناسب تناول الوسائل الكفيلة لمواجهة نتائج الأزمات البتروليه :**

١- أهمية استمرار الحوار العالمى للطاقة بين المصدرين (أوبك وأيبك) وبين المستوردين على أساس من المصلحة

المشتركة والنديه ، وبما يعود بالنفع على كافة أطراف سوق البترول العالمية وعلى الاقتصاد العالمي .

٢- التنسيق والتشاور وتبادل المعلومات بين المصدرين (أعضاء أوبك وغير الأعضاء ) إذ أن الجميع في قارب واحد، وتعود أي مكاسب يمكن أن تتحقق على الطرفين.

٣- التزام واحترام كافة أعضاء أوبك بالقرارات والاتفاقيات التي تصدر عن المنظمة وخاصة في مجال سقف الإنتاج وحصص كل عضو.

٤- أصبح من الضروري أن تقوم أوبك بوضع الاستراتيجية طويلة الأمد ، والتي كثر وطال الحديث عنها.

٥- أن تقوم الدول المصدرة للبترول بدفع كل مراحل الصناعة البترولية دون قصر الاعتماد على الإنتاج والصادرات فحسب، بحيث تساهم كل مرحلة من مراحل هذه الصناعة مساهمة فعالة في توليد الدخل البترولي .

٦- أن تعامل كل الدول المصدرة للبترول الثروة البترولية باعتبارها ثروة رأسمالية وليست عائدات ، وبحيث يستخدم دخل البترول في إقامة وبناء مصادرجديدة للدخل القومي وبحيث تشمل هذه المصادر قطاعات اقتصادية متعددة ومناسبة كالزراعة والصناعة والخدمات ... الخ.

٧- أن تقوم الدول المصدرة للبترول والتي يعتمد اقتصادها اعتمادا كبيرا على البترول بترشيد الإنفاق ، مع توجيه الاستثمارات إلى القطاعات الإنتاجية وأن تقوم هذه الدول بوضع الخطط المناسبة لمواجهة معدلات التضخم العاليه، وأن تقوم بخلق المزيد من فرص العمل.

٨ - وضع استراتيجية طويلة الأمد تغطى الأوضاع الاقتصادية والسياسية والاستراتيجيه ، بحيث يكون للدول العربية البترولية مكان لائق على خريطة النظام العالمي الجديد وخاصة في منطقة الخليج التي شاهدت أحداثا ضخمة كان البترول حجر الزاوية فيها والمحرك الأساسي لها.

والجدير بالملاحظة أن حكومة مصر قد قامت فعلا باتخاذ خطوات واسعة على طريق وضع سياسات للطاقة وإصلاح مسار الاقتصاد المصري ، وبذلك احتل البترول المكان المناسب والسليم على خريطة الاقتصاد القومي المصري.

# التصميم العمرانى باستعمال الوحدات السلوكية (٥) إعادة تقييم لتصميم أحد الفراغات العامه.

أ. م. د. أحمد محمد صلاح الدين عوف [1]


## ملخص:

هذه الورقة البحثية هى الخامسة فى سلسلة أبحاث للمؤلف تختص بدراسة مناهج التصميم العمرانى كأحد العلوم الخادمة للبيئة المحلية والتى يمكن توجيهها لتقوية الثقافة المحلية والحفاظ عليها. تناقش هذه الورقة البحثية نتائج عمليات تصميم أحد الفراغات العامة باستعمال الوحدة السلوكية (Behavior Setting) كأداة للتحليل، ووحدة قياسية للتصميم وذلك للتأكد من مطابقة المؤشرات التصميمية التى لاحظها المصمم أثناء قيامه بعملية التصميم مع الأسلوب الذى يتفاعل به المستعملون حالياً مع المحددات العمرانية التى وضعها المصمم. يقدم البحث تجربة تصميمية لإعادة تقييم أحد الفراغات العامة التى تم تصميمها داخل الحرم الجامعى لكلية الهندسة بجامعة القاهرة خلال العام الدراسى ١٩٩١-١٩٩٢ من خلال تقييم منهجى استغرق أكثر من ثلاثة أشهر بين نوفمبر ويناير للعام الجامعى ١٩٩٥-١٩٩٦[2].


## ١- الفراغ العمرانى موضع البحث: مجال العمل

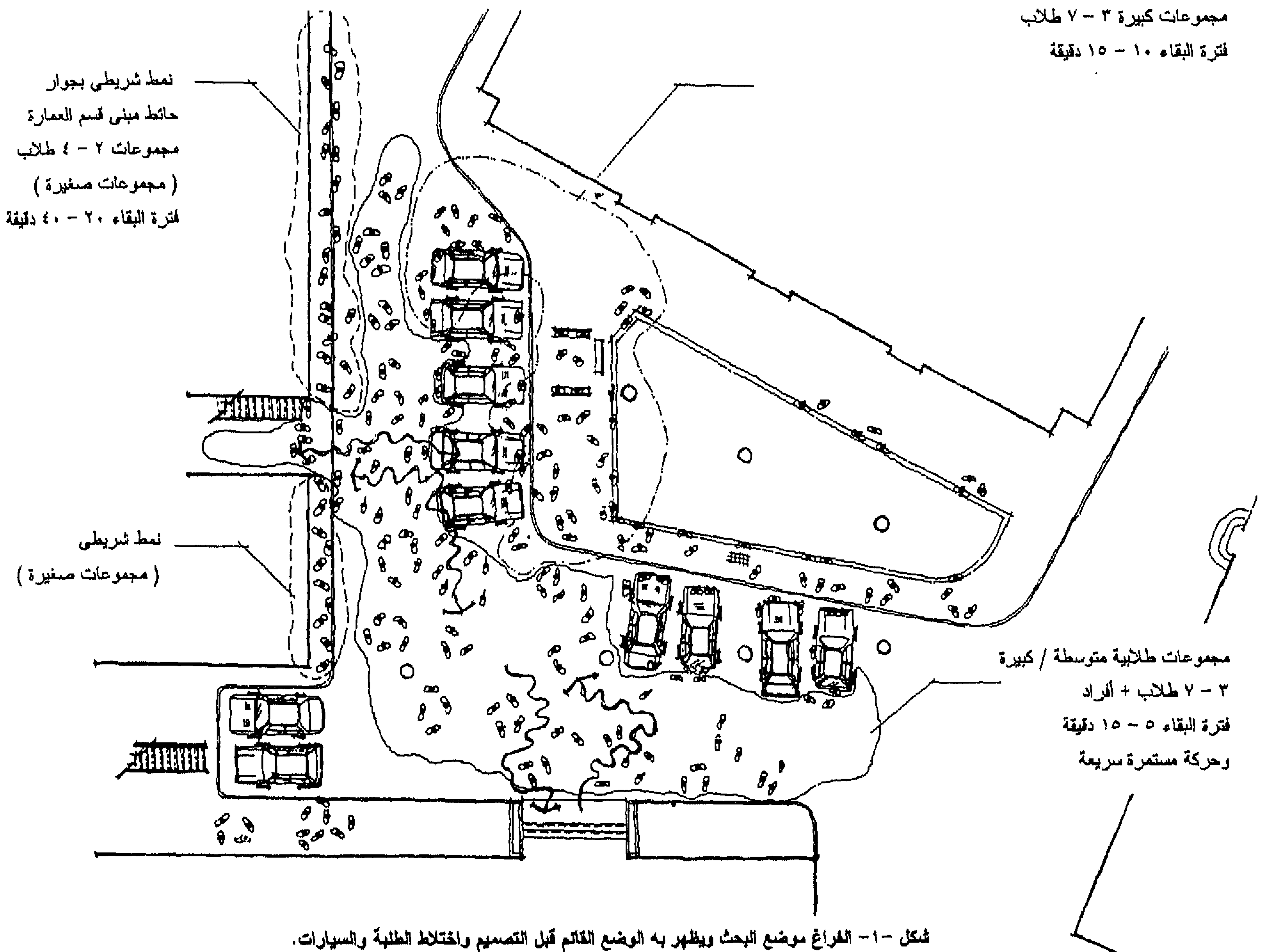
يقع الفراغ موضع البحث فى قلب الحرم الجامعى الخاص بكلية الهندسة - جامعة القاهره، وفى أكبر المساحات المفتوحة المتاحة لاستعمال الطلاب فى مواجهة أهم عنصر جذب طلابى -فى ذلك الوقت - وهو الجمعية التعاونية التى يتم عن طريقها توفير الأدوات الهندسية وأدوات الدراسة والمكان الوحيد الذى يوفر المشروبات والمثلجات. والفراغ ذو شكل مثلث يحده من جهة الشرق مبنى الهندسة المدنية الذى تتواجد به الجمعية التعاونيه، ومن الجنوب مبنى قسم العماره، ومن الغرب والشمال مبنى إدارة الكلية وملحق قسم الهندسة المدنية المتصل به. وهذا الفراغ به المنطقة الخضراء الرئيسية بكلية الهندسة والتى تحوى أشجاراً ضخمة يعود تاريخها إلى بداية تأسيس الكلية فى هذا الموقع ، الذى كان مخصصاً كحديقة للنباتات النادره. وقد كان الاهتمام بتطوير هذا الفراغ للأنشطة الطلابية فى عام ١٩٩٣ سببه عدم وجود أى ساحات أخرى تصلح لاستعمال الطلاب فى فترات ما بين المحاضرات وإضطرار الطلاب إلى استعمال سيارات أعضاء هيئة التدريس (التى تستعمل جزءا من الفراغ كساحة انتظار) كعناصر فرش بغرض الجلوس أو الاستذكار ووضع الأغراض.

ولتحديد مجال العمل (الحدود المادية للفراغ موضع التصميم) الذى يمكن تنمية النشاط الطلابى خلاله فقد أصرت إدارة الكلية على عدم المساس بحواف المسطح الأخضر واعتبارها محدداً تصميمياً ، وبذلك اقتصرت أعمال التصميم على المساحة غير الخضراء من الفراغ والتى تحوى جزءا مبلطاً وآخر مخصصا لانتظار السيارات. وقد مثل مكان انتظار السيارات المتاح داخل الفراغ والطريق المؤدى إليه عنصر ضغط هام لمستعملى الفراغ من أعضاء هيئة التدريس

---

١- أستاذ مساعد بقسم الهندسة المعماريه، كلية الهندسه، جامعة القاهره.

٢- شارك فى الملاحظة الميدانية وتجهيز البيانات المطلوبة لإعادة تقييم الفراغ العمرانى موضع البحث عدد من طلاب الدراسات العليا لمادة التصميم العمرانى بدبلوم تخطيط المدن العام الدراسى ١٩٩٥-١٩٩٦ ، وذلك حتى يمكن ملاحظة الوحدات السلوكية بصورة منهجية خلال أوقات مختلفة من العام الدراسى وأيام متعددة من كل أسبوع ، وأوقات مختلفة من اليوم الدراسى.



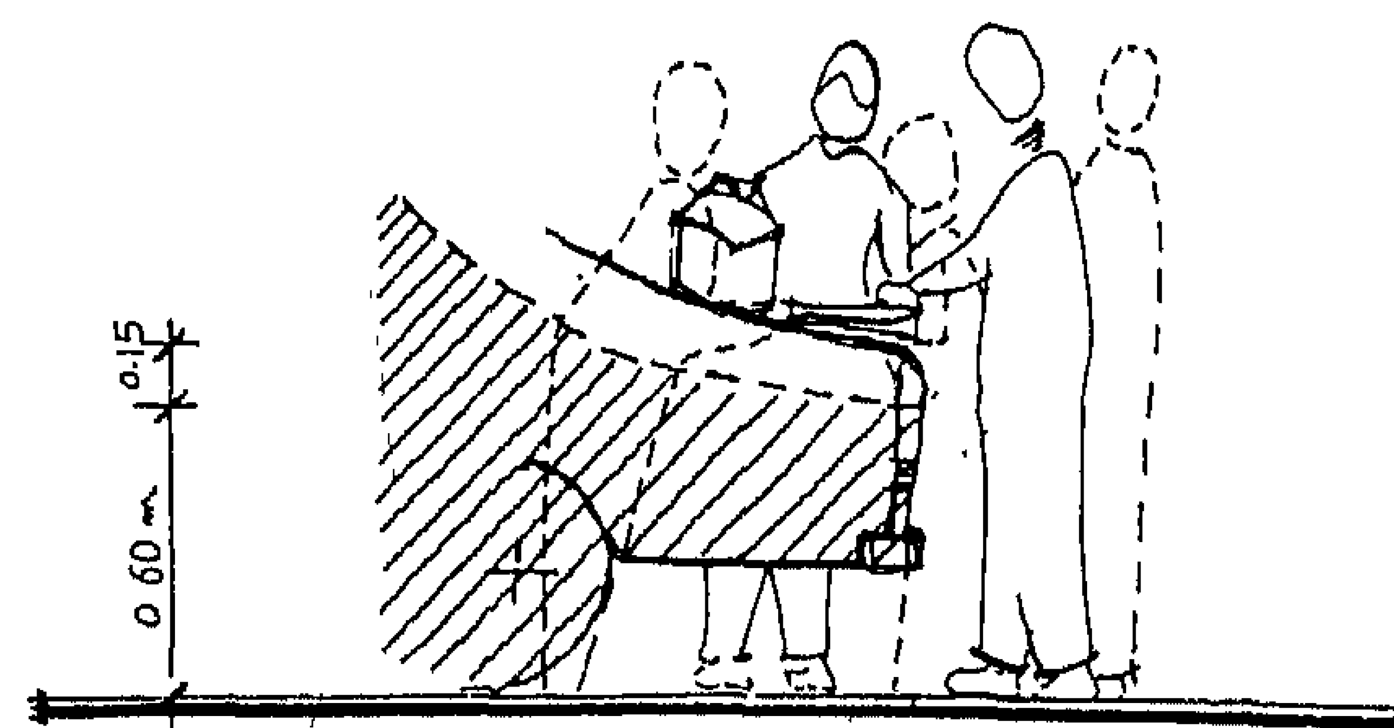

شكل -١- الفراغ موضع البحث ويظهر به الوضع القائم قبل التصميم واختلاط الطلبة والسيارات.

والذين كانت لهم رغبة قوية فى الحفاظ على أماكن انتظار السيارات نظراً لعدم وجود أماكن انتظار كافية داخل الكليه. كذلك كانت رغبة الإدارة تنظيم الاختلاط بين النشاط الطلابى وبين ساحات انتظار السيارات بسبب الأضرار التى تصيب السيارات من استعمالها كأماكن للجلوس وطاولات لوضع الأغراض. أما من وجهة نظر التصميم فقد كانت مشكلة عدم وجود فرش عمرانى بالفراغ - بخلاف السيارات - أحد أهم محددات تنمية النشاط المتوقع داخل الفراغ.

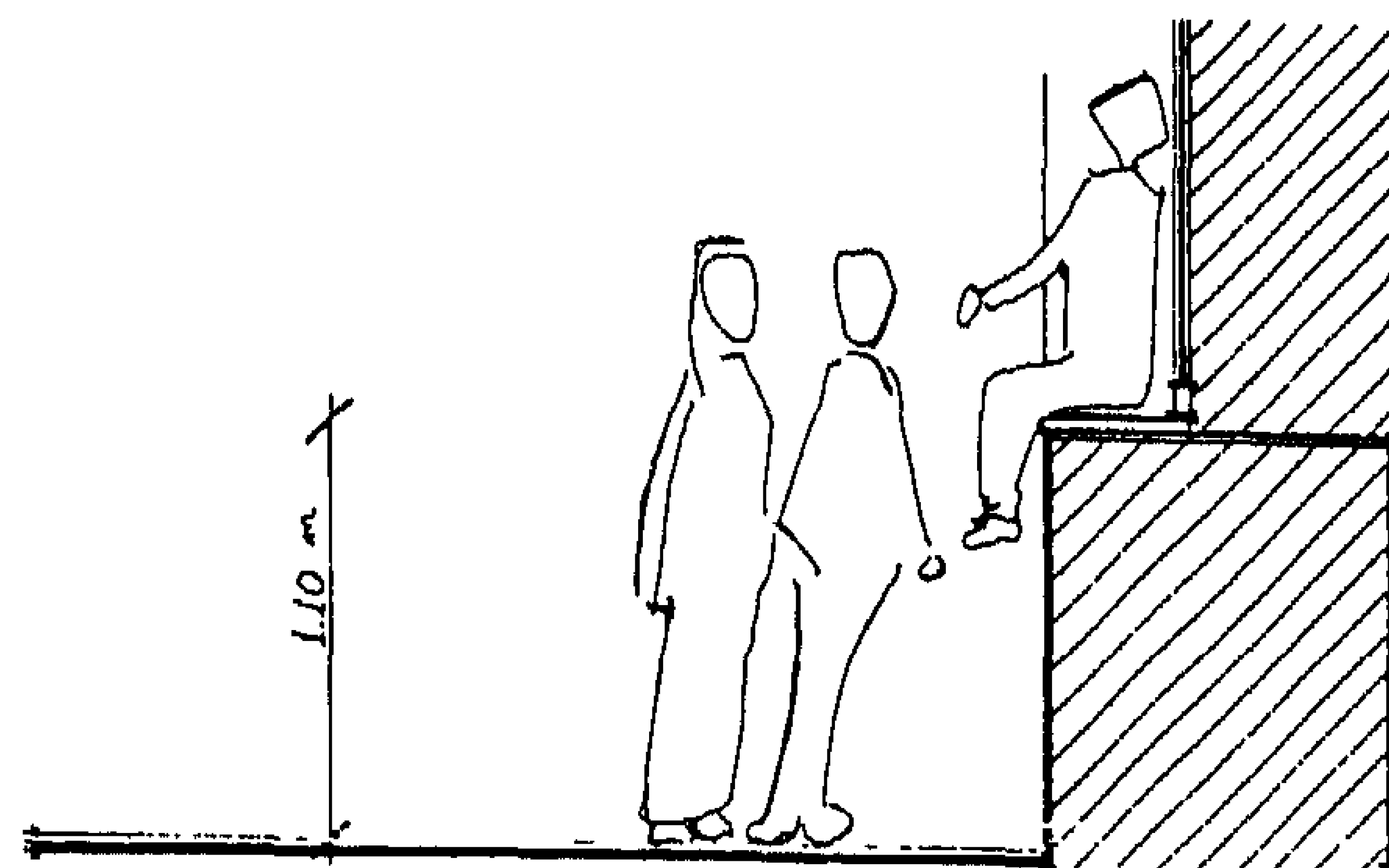
## ٢- فئات المستعملين ووحداتهم السلوكيه: نتائج الملاحظة الميدانية قبل التصميم

تم تحديد مستعملى الفراغ من الملاحظة المبدئية بأنهم الطلاب المنتقلين بين المحاضرات والطلاب الذين ينتظرون محاضرات قادمة ومجموعات طلابية تحتاج لمكان للاستذكار ومراجعة الدروس، بالإضافة إلى أعضاء هيئة التدريس الذين يقتصر استعمالهم للفراغ على كونه مكان انتظار للسيارات. وقد تم اختيار التصميم للمجموعات الطلابية لتكون المستعمل الأساسى للفراغ واعتبار استخدام أعضاء هيئة التدريس استعمالاً ثانوياً، وبذلك تركزت أعمال الملاحظة والتسجيل قبل التصميم على تسجيل الوحدات السلوكية للطلاب التى تم تقسيمها لوحدات سلوكية كبيرة ومتوسطة وصغيرة (بناءً على عدد الطلاب المشاركين فى الوحدات السلوكية كعنصر قياسى سهل التسجيل والملاحظة).

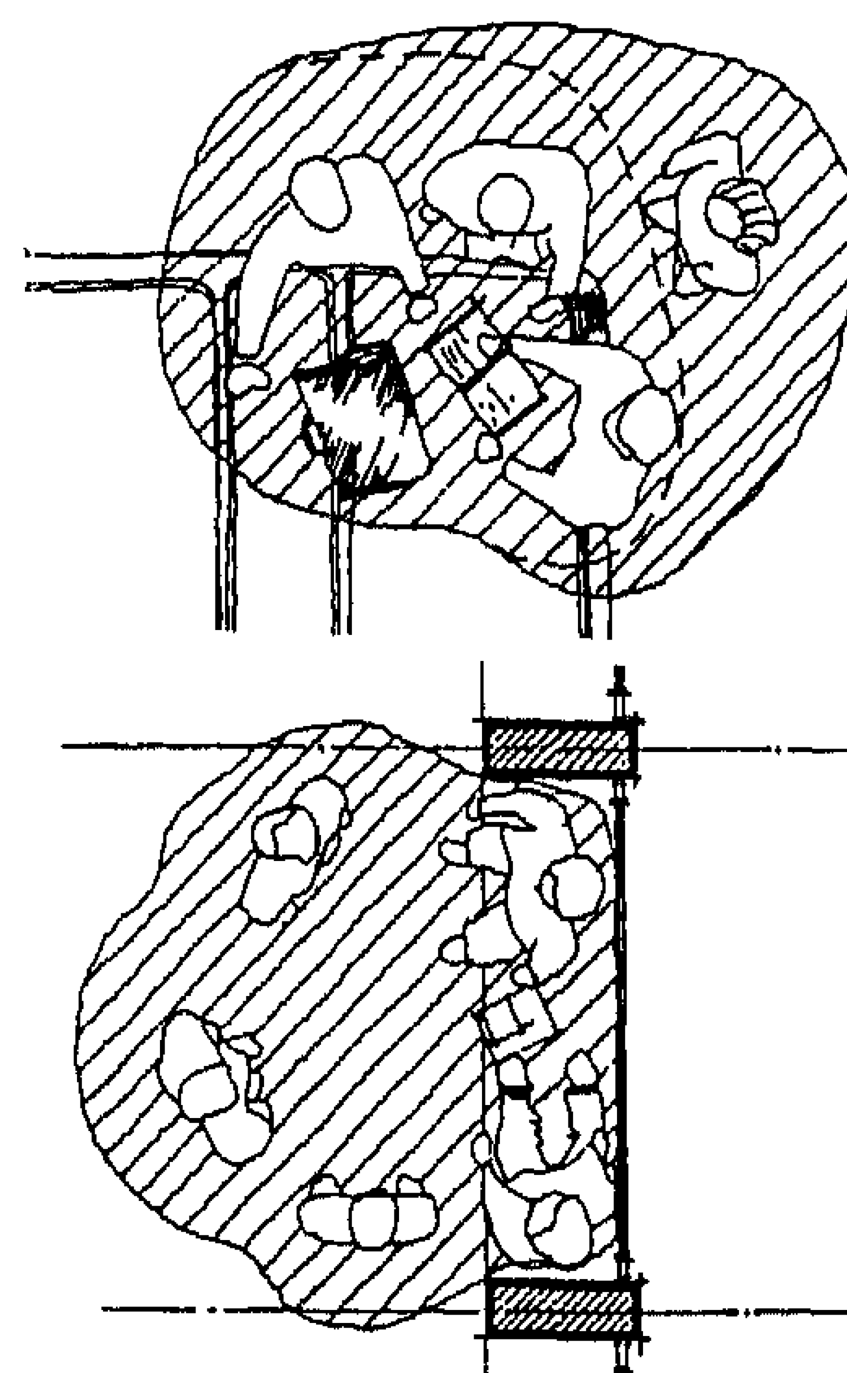
وقد تم تحديد زمن البقاء (O.T.) خلال ساعة متوسطة من ساعات الملاحظة (لا تمثل ساعة ذروة أو ساعة نشاط متدنى) داخل الفراغ ، والذى يمثل إجمالى الأوقات التى يقضيها الطلاب فى جميع الوحدات السلوكية التى تتكون داخل الفراغ مقسمة




النشـــــاط : الكتابة – قراءة أوراق – نقل معلومات – وضع أدوات .
المشاركة : جماعة صغيرة ٢ – ٤ طلاب فى حالة الأنشطة الإيجابية أو مجموعات كبيرة ٣ – ٧ فى حالة وضع الأدوات.
الأثـــــاث : مقدمة أو شنطة سياره .
التقـــييم : نشاط أساسى يجب الحفاظ على وظيفته مع تغيير نوع الأثاث المستخدم.




النشـــــاط : حديث سريع – انتظار فقط للشخص الجالس أعلى .
المشاركة : نشاط منفرد للانتظار أوحد أقصى عدد ٢ طالب فقط أو مجموعات صغيرة للحديث السريع ٢ – ٥ طلاب.
الأثـــــاث : واجهة مبنى العماره .
التقـــييم : نشاط ثانوى يصعب التخلص منه نظرا لاعتماده على التصميم المعمارى للواجهة القائمه.



شكل ٢– بعض الوحدات السلوكية التى تم تسجيلها قبل التصميم

إلى وحدات صغيرة ومتوسطة وكبيرة ووحدات نشطة وساكنة (بناءً على قيام الطلاب بنشاط إيجابى أو مجرد الحديث) حسب الجدول التالى:

| نوع الوحدة السلوكية | عدد الأفراد | نوع الفرش | فترات البقاء | عدد الوحدات | إجمالى فترات البقاء (دقيقة) |
|---|---|---|---|---|---|
| وحدة صغيرة ساكنة | ٢–٣ | بدون –مقعد – سيارة | ١٥–٤٥ | ٢ | ٦٠ |
| وحدة صغيرة نشطة | ٢–٣ | سيارة–حوض زهور– واجهة مبنى العمارة | ١٠–١٥ | ٧ | ١٠٥ |
| وحدة متوسطة | ٤–٦ | سيارة –بدون | ١٠–١٥ | ٥ | ٧٥ |
| وحدة متوسطة نشطة | ٤–٦ | سيارة– حوض زهور– مقعد– واجهة مبنى العمارة | ١٠–٢٥ | ١٥ | ٣٠٠ |
| وحدة كبيرة | ٥–١٠ | سيارة – بدون – واجهة مبنى العمارة | ٥–١٥ | ٤ | ٤٠ |
| إجمالى | | | | | ٥٨٠ (دقيقة) |

شكل –٣– فترات البقاء بالفراغ قبل التصميم

## ٣–أهداف التصميم و التصميم المقترح

أول قرار تصميمى كان من الواجب اتخاذه بالمشاركة بين المصمم وبين إدارة الكلية هو اختيار فئات المستعملين الذين تكون لهم الأولوية فى استعمال الفراغ وتحديد أهداف التصميم المطلوبة لكل فئة من الفئات وتحديد الطابع العام المطلوب للفراغ العمرانى بعد إعادة تصميمه. لذلك فقد تم اتخاذ أول قرار تصميمى بأن يكون الطلاب هم الفئة ذات الأولوية فى استعمال الفراغ وبالتالى تم الإتفاق على منع انتظار السيارات فى كل الجزء الجنوبى من الفراغ وتضييق مدخل السيارات بحيث يكفى حركة سيارة واحدة فقط فى أحد الاتجاهين (تحسباً لحالات الطوارئ). كما تم تحديد الطابع العام للفراغ بأنه "فراغ أكاديمى وقور" يسمح فيه بمزاولة الأنشطة المرتبطة بالنواحى الدراسية وتنمية العلاقات الإيجابية بين الطلاب فى صورة مجموعات متوسطة وكبيرة ، مع تقليل فرص تكوّن المجموعات الصغيرة غير النشطه. وقد أضيف إلى هذه الأهداف إمكانية إقامة معارض أو اجتماعات طلابية أو تدريس للمجموعات الصغيرة فى الهواء الطلق كهدف إضافى من قبل المصمم.

وبتحليل هذه الأهداف من قبل المصمم فقد تم وضع هدف تصميمى "قياسى" برفع فترات البقاء داخل الفراغ خلال ساعة إلى ٩٠٠ دقيقة فى الوحدات السلوكية المختلفة مع التقليل بقدر الإمكان من الوحدات السلوكية غير النشطه. وبناءً على هذه الأهداف فقد تم وضع تصميم يوفر إمكانيات تكوّن الوحدات السلوكية المرغوبه.

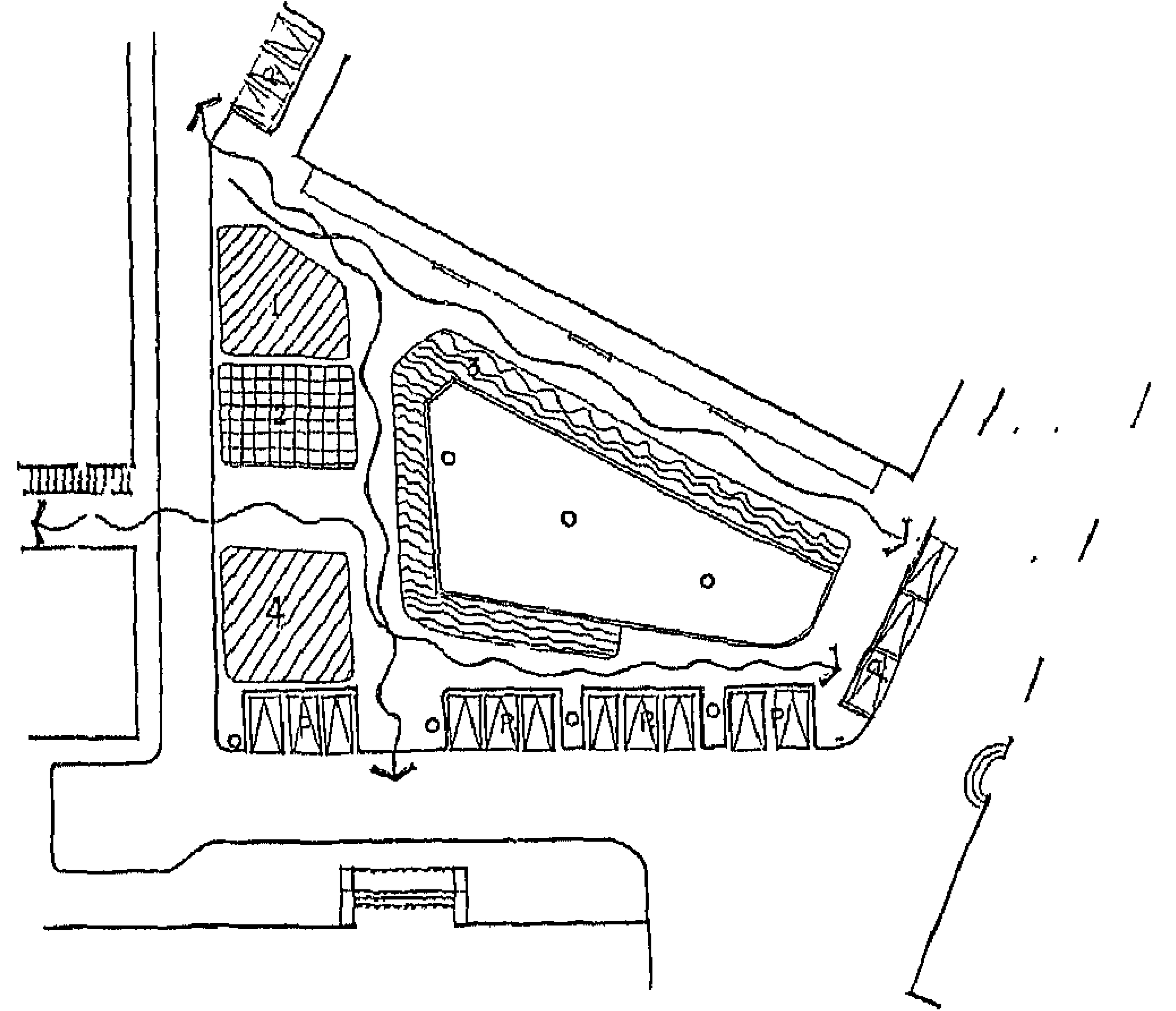
## ٤- تقييم التجربة التصميميه

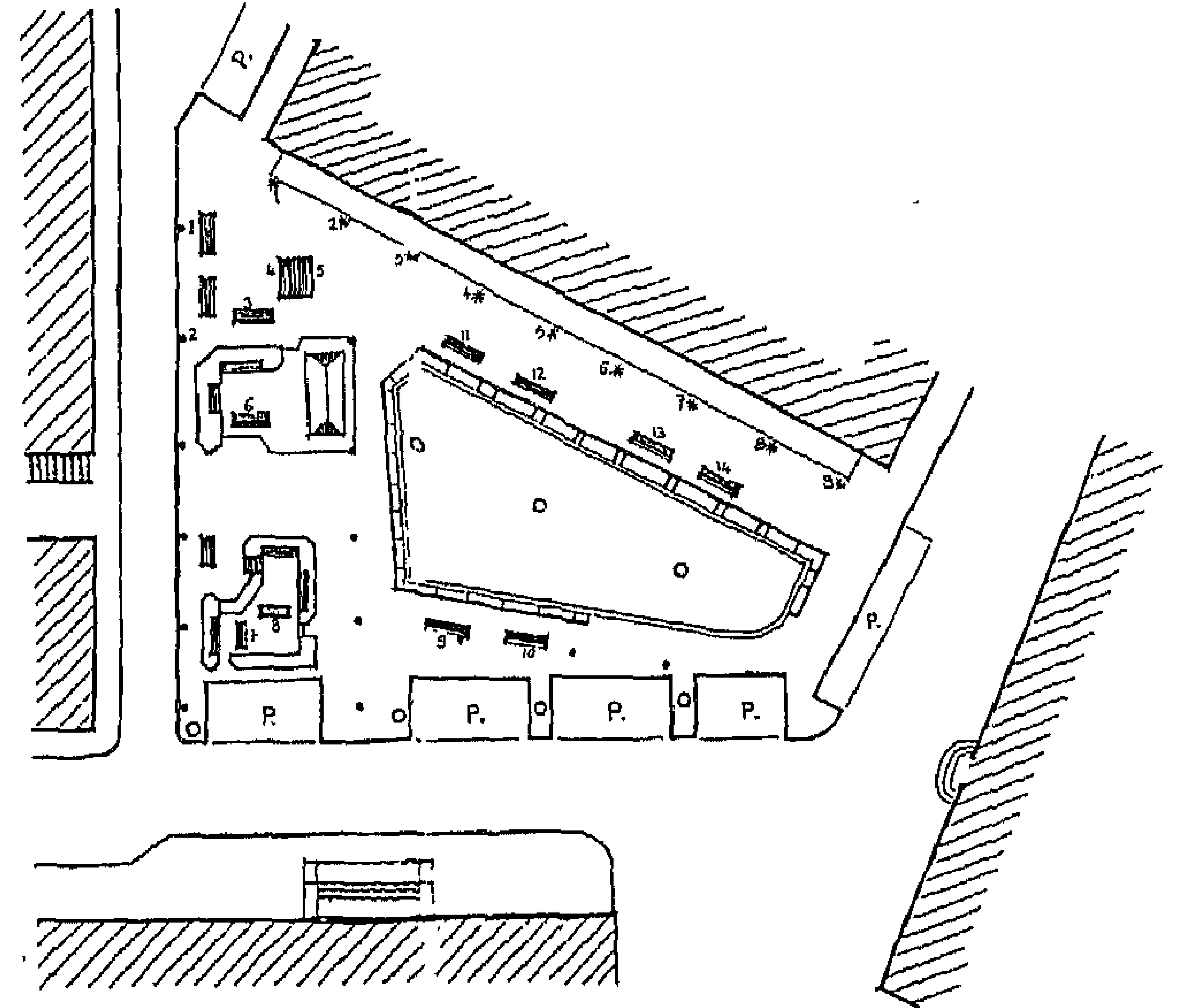
تم تنفيذ التصميم المقترح تحت إشراف المصمم خلال العام الدراسى ١٩٩١-١٩٩٢ بكل تفاصيل عناصر الفرش الثابته، ثم بدأت أعمال إعادة تقييم التصميم فور بدء استعمال الطلاب للتصميم من خلال شقين أساسيين: الأول يمثل التقييم المادى للتصميم وملاءمة المواد المختارة للاستعمالات، والذى أوضح عدم تعرض أى مادة مختارة للبرى أو التلف نتيجة لاستعمال الطلاب ، وبالتالى نجح التصميم من هذه الجهة فى تحقيق الهدف منه وهو إيجاد عناصر لفرش وتحديد الفراغ تتناسب مع نوع المستعملين والنشاط الذى يزاولونه. أما الشق الثانى فى عملية التقييم فيمثل الشق الأساسى منها ، ويدرس تأثير التصميم المنفذ بالفراغ العمرانى على تكوين الوحدات السلوكية المرغوبة وقدرته على تقليل فرص تكوّن الوحدات السلوكية غير المرغوب فيها. وقد تم هذا التقييم بصورة منهجية منظمة خلال العام الدراسى ١٩٩٥-١٩٩٦ عن طريق متابعة يومية للوحدات السلوكية بالفراغ موضع البحث باستعمال طرق الملاحظة المنهجية و التصوير الفوتوغرافى على فترات زمنية منتظمه.

ويمكن تلخيص نتائج الملاحظة المنهجية للنشاط الطلابى فى الفراغ فى التالى:

١- الفراغ بفرشه الحالى وحدوده المادية أكثر تشجيعاً للوحدات السلوكية متوسطة الحجم (٤-٦طلاب) ممن يمارسون نشاطاً إيجابياً مثل المناقشة الجادة والاستذكار على حساب الوحدات السلوكية كبيرة وصغيرة الحجم.

٢- الوحدات السلوكية ذات العلاقات الاجتماعية الحميمة (والتى كان أحد أهم أهداف التصميم التقليل منها) شبه معدومة فى الفراغ فى معظم أوقات النهار وحتى بعد انتهاء مواعيد





إتجاه الحركة الرئيسى: اتجاه الحركة الرئيسى : يحدد منطقة مخصصة لحركة المشاه بدون فرش وبدون تغيير فى المستوى الأفقى .

منطقة جلوس وانتظار مجموعات صغيرة وكبيرة من الطلبة ذات أثاث متحرك قليل ليسمح بمجموعات الانتظار السريع وانتظار الوقوف.

منطقة جلوس وانتظار مجموعات صغيرة وكبيرة طلابية ذات أثاث ثابت ومتحرك ليسمح بمجموعات الانتظار الطويل والمتوسط وممارسة انشطة الكتابة والقراءه .

منطقة انتظار وقوف وانشطة كتابة وقراءة وجلوس مجموعات صغيرة.الأثاث ثابت .

منطقة انتظار وجلوس للمجموعات الصغيرة لفترات طويلة ومتوسطة. الأثاث ثابت ومتحرك .

0 ← شجرة موجودة فعلا     P. ← مكان انتظار سيارات

شكل - ٤- التحليل السلوكى للتصميم المقترح (أ) والمكونات المادية للتصميم (ب)

الدراسة بأقسام الكلية المختلفة وقلة الحركة داخل الفراغ.

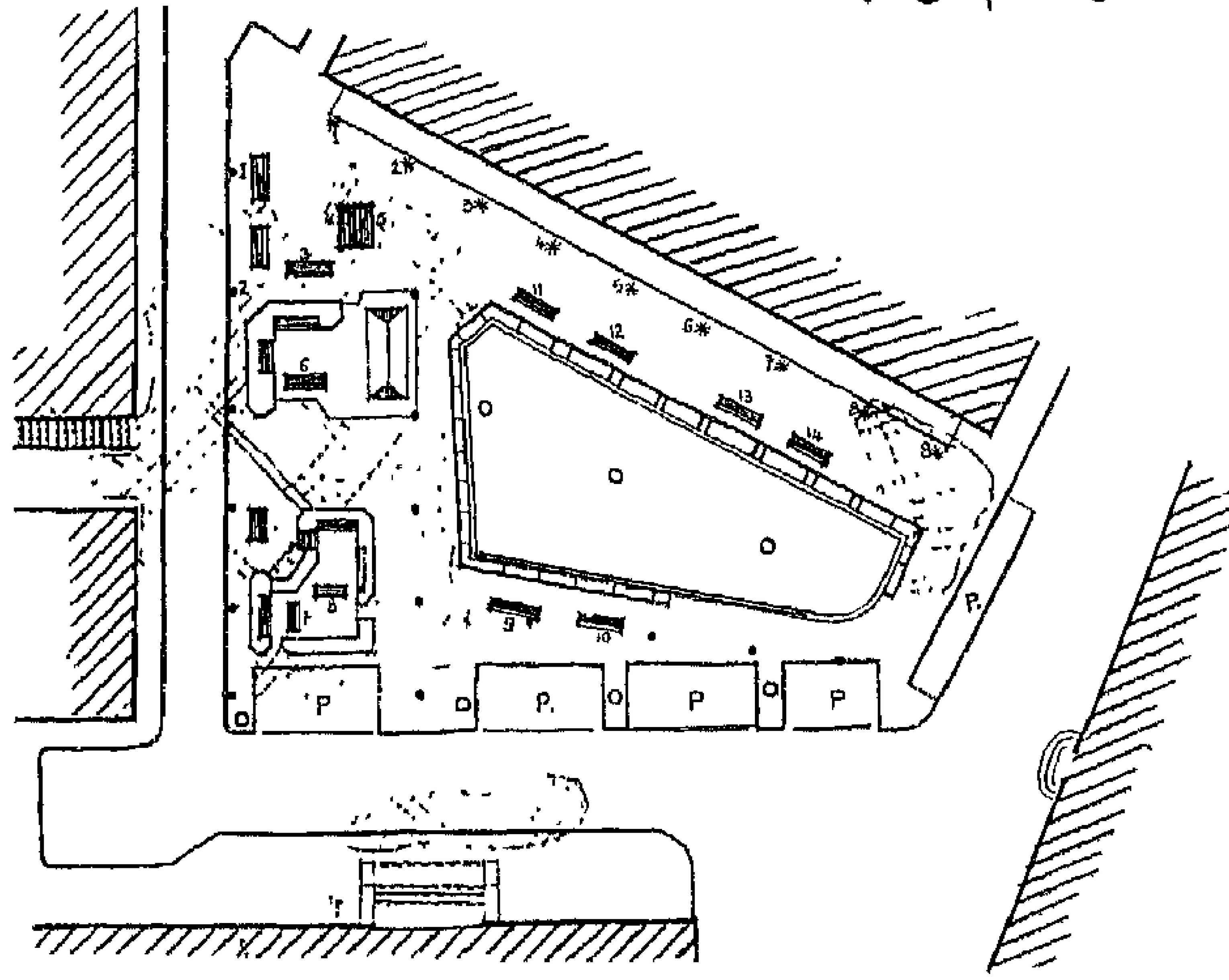
٣- النشاط الطلابي داخل الفراغ أصبح يمتد على فترة زمنية أطول خلال النهار عما كان عليه فى فترة الملاحظة التى سبقت أعمال التصميم، خاصة فى الساعات الأولى من اليوم الدراسى قبل بدء المحاضرات خاصة فى أوقات الامتحانات حيث أصبح الفراغ موقعاً مختاراً للمجموعات الطلابية التى ترغب فى مراجعة أخيرة قبل موعد الامتحان مباشرة.

٤- امتداد النشاط من الجزء المصمم من الفراغ باتجاه الجنوب فوق طريق السيارات المسفلت نظراً لقلة الحركة عليه بعد تحويله إلى طريق من حارة واحدة وقلة الحركة الآلية عليه وبذلك أصبحت الوحدات السلوكية تمتد إلى المساحة المفتوحة أسفل مبنى العمارة وأصبح من الواجب الاهتمام بتصميم امتداد الفراغ فى هذا الاتجاه.

٥- اختفاء الوحدات السلوكية التى تم تقييمها على أنها سلبية فى ملاحظة ما قبل التصميم والتى كانت تستغل جلسات شبابيك الدور الأرضى بقسم العمارة كفرش لها بالرغم من امتداد النشاط إلى الرصيف الملاصق لمبنى العماره.

٦- ظهور وحدات سلوكية تجمع بين أعضاء هيئة تدريس وطلاب بصورة متكررة وقابلة للتسجيل والملاحظة تحدث بسبب مرور أعضاء هيئة التدريس داخل الفراغ وبدون ترتيب مسبق ، وهذه وحدة سلوكية لم تكن واضحة أثناء التسجيل والملاحظة التى سبقت عملية التصميم.

أما بالنسبة لفترات البقاء أثناء إعادة التقييم فقد تنوعت من ٥٨٠ دقيقة فى أقل فترات الملاحظة وحتى ١١٨٠ دقيقة فى أوقات أخرى [٣] ، كذلك أوضحت الملاحظة المنهجية التفصيلية والتى ركز بعضها على نوعية الطلاب فى الوحدات السلوكية (طلبة أو طالبات) أن مشاركة الطالبات فى كل الوحدات السلوكية المتكونة بالفراغ خلال ساعة الملاحظة بلغت ٥٦٪ من إجمالى الوحدات السلوكيه. كذلك بلغ عدد الوحدات السلوكية التى تكونها الطالبات فقط ٢٢٪ من إجمالى الوحدات السلوكية مما يعتبر مؤشراً جيداً على ملاءمة الفراغ للغرض الذى صمم من أجله [٤].



شكل -٥- المواقع التى تركزت بها الوحدات السلوكية بالفراغ أثناء إعادة التقييم

وكان متوسط فترات البقاء بالفراغ خلال ساعة متوسطة بأى يوم دراسى عادى حوالى ٩٨٠ دقيقة كما بالجدول التالى:

| نوع الوحدة السلوكية | عدد الأفراد | نوع الفرش | فترات البقاء | عدد الوحدات | إجمالى فترات البقاء (دقيقة) |
|---|---|---|---|---|---|
| وحدة صغيرة ساكنة | ٢-٣ | ---- | -- | -- | -- |
| وحدة صغيرة نشطة | ٢-٣ | مقعد جانبى - حد حوض الزهور - مصطبة مبنية | ١٠-١٥ | ١٠ | ١٢٥ |
| وحدة متوسطة | ٤-٦ | مقعد - مصطبة مبنية | ١٠-٢٠ | ٥ | ٧٥ |
| وحدة متوسطة نشطة | ٤-٦ | مقعد - حد حوض الزهور - المصاطب المبنية | ١٠-٢٥ | ٢٨ | ٥٩٠ |
| وحدة كبيرة | ٥-١٠ | بدون | ٥-١٥ | ٤ | ٤٠ |
| وحدة كبيرة نشطة | ٥-١٠ | مصاطب مبنية - مقعد - حد حوض الزهور | ١٥-٣٥ | ٦ | ١٥٠ |
| إجمالى | | | | | ٩٨٠ (دقيقة) |

شكل -٦- فترات البقاء بالفراغ أثناء إعادة التقييم

٣ - التسجيل المنهجى بالصور على فترات زمنية تتفاوت بين دقائق ستة (٠٦) وخمس دقائق (٥) وحتى عشر دقائق (١٠) قد يكون أحد أسباب انخفاض وقت الاستغلال فى بعض حالات الملاحظه، لذلك كان ترجيح الباحث لمتوسط عام لزمن البقاء قريبا من الحد الأعلى بدلاً من استعمال المتوسط الحسابى البسيط.

٤- هنا يجب الإشارة إلى أن وليام وايت ١٩٨٠ يعتبر أن تشجيع الجنس اللطيف على استعمال الفراغ يعتبر دلالة قوية وواضحة على إحساس المستعملين فيه بالأمان ومواءمته لاحتياجاتهم، حيث أنهن أول من يتوقف عن استعمال المكان فى حالة أى خلل سلوكى أو دخول فئات غير مرغوبه.

## ٥ - خلاصه

يمثل التصميم العمرانى باستعمال الوحدات السلوكية أحد المناهج التصميمية الفعالة التى أثبتت التجربة المنهجية نجاحها فى تحقيق حاجات المستعملين فى الفراغات العامه، فهى تمكن المصمم من الحصول على معلومات مباشرة عن المستعملين بطريق الملاحظه، وليس عن طريق سؤال المستعملين أو أخذ آرائهم. فكما هو معلوم فى مناهج التصميم التى تتضمن "استجواب" المستعملين أو سؤالهم عن "رغباتهم العمرانية" أو "تفضيلاتهم البصرية" أن نتائج هذه الاستجوابات غالباً ما تكون استرشادية فقط لعدم ارتباطها بمواقف اختيار "حقيقية" يتعرض لها المستعملون. وربما يكون موقف المستعملين من قرية "الجرنة" التى صممها المعمارى الراحل حسن فتحى بناءً على استجواب ميدانى للمستعملين مثال واضح على ذلك، حيث رفض المستعملون المنتج النهائى الذى راعى نتائج الاستجواب بأمانه. كذلك فإن التصميم باستعمال الوحدات السلوكية يُمكّن المصمم من الحصول بنفسه على المعلومة التى يحتاجها، وأن يسجلها بنفس الشكل الذى يرغب فى استعمالها فيه، وهى لذلك أفضل من كل الطرق الأخرى فى الحصول على المعلومات من المستعملين والتى تتضمن خطوات إضافية "لتفسير" آراء المستعملين أو "تحويل" المعلومات التى يتم الحصول عليها إلى صورة قابلة للاستعمال بواسطة المصمم العمرانى (وفى معظم الأحوال من خلال رؤيته وقراءته الشخصية لها).

وكما ظهر من إعادة التقييم التى ناقشها هذا البحث فإن التصميم باستعمال الوحدات السسلوكية ومراعاة الحجم الفعلى لكل نوع من هذه الوحدات وحاجاتها الفراغية من الفرش ومساحة الأرض يوجد إمكانيات مادية مناسبة لجذب المزيد من الأنشطه. فبينما كان أحد أهداف التصميم موضع البحث تحقيق زمن بقاء إجمالى داخل الفراغ ٩٠٠ (تسعمائة) دقيقة فقط فإن الزمن المحقق فعلاً بلغ ٩٨٠ (تسعمائة وثمانين) دقيقة كزمن متوسط بينما بلغ ١١٨٠ (ألف ومائة وثمانين) دقيقة لكل ساعة ملاحظة فى بعض أوقات الذروه. وهذا يوضح نجاح التصميم المنفذ فعلاً بالفراغ فى تشجيع المزيد من النشاط وتكوين وحدات سلوكية جديدة لم تكن بذهن المصمم أثناء الدراسه، مما يمثل ميزة إضافية للتصميم باستعمال هذا المنهج حيث أنه يراعى تفاصيل سلوكيات المجتمع المحلى، وبالتالى يخرج التصميم المادى مراعياً لحاجاتهم العمرانية ومشجعاً للمزيد من النشاط.

## المراجع:


- أحمد م.صلاح عوف، التصميم باستعمال الوحدات السلوكية (٣): مقدمة لتصميم متوافق ثقافياً. مجلة جمعية المهندسين المصريه، يونيو ١٩٩٦.

- أحمد م.صلاح عوف، التصميم باستعمال الوحدات السلوكية (٤): تطبيق فى تصميم الفراغات العامه. مجلة جمعية المهندسين المصريه، أغسطس ١٩٩٦.

- Ahmed S. Ouf, Designing with Behavior Settings: A Cultural Appropriate Design Approach, Egyptian Society of Engineers Bulletin, 1993 (in English).
- Robert Sommer, Personal Space; The Behavioral Basis of Design N.J.:Prentice-Hall, Inc. 1969.
- Whyte , William H., The Social Life of Small Urban Spaces, Washington D.C.: The Conservation Foundation, 1980.

# بلـــديات ...

أ.د. احمد خالد علام

## قمامة القاهرة

يشكو كثير من المواطنين على صفحات الجرائد من صناديق القمامة الموجودة في بعض شوارع القاهرة وميادينها العامة... يشكون من سوء منظرها، ومن أكوام القمامة المتراكمة عليها وحولها لفترات طويلة قبل نقلها إلى المقالب العمومية ...لدرجة أنها أصبحت محاضنا للحشرات والذباب والجراثيم .

ويطالب هؤلاء المواطنون بإزالة هذه الصناديق وزيادة عدد المتعهدين بجمع القمامة من المنازل..

والحقيقة أن غالبية مساكن القاهرة لا يوجد بها مكان أو وعاء يصلح لخزن القمامة بطريقة صحية إلا ليوم واحد على الأكثر..

وفى حالة خزن القمامة يومين أو ثلاثة - وهو ما يحدث في معظم الأحوال - تتجمع القمامة بطريقة غير صحية، وتصبح مصدرا لتجميع الحشرات والذباب .. وبهذا تصبح المساكن غير صحية.

وفى كثير من الدول المتقدمة تخطط المواقع التي توضع فيها صناديق القمامة (بالشوارع والميادين ) بحيث تكون قريبة من المساكن آلتي تخدمها ، وبحيث تشجع ربة البيت على حمل القمامة من مسكنها إلى محطة صناديق القمامة وتفريغ القمامة بها مرة أو مرتين في اليوم ، حتى يبقى المسكن صحيا على الدوام من هذه الناحية .

وفى القاهرة يجب الإكثار من مواقع صناديق القمامة ، وعدم التفكير في إلغائها ولكن بشرط أن تكون المواقع مناسبه، وان يشجر حولها أو تحاط بأسوار تحجبها عن الرؤية ، وأن تفرغ القمامة من هذه الصناديق مرة أو مرتين أو حتى ثلاث مرات في اليوم الواحد ، وأن تغسل هذه الصناديق وكذا الموقع بصفة دوريه .

## مترو ١٠ رمضان

أخذت مصر بعد حرب أكتوبر بأسلوب إنشاء المدن الجديدة خارج وادى ودلتا النيل ، وبدأت الدولة بمدينة ١٠ رمضان في منتصف المسافة بين القاهرة والإسماعيليه ، وخططت المدينة على أساس أن تستوعب نصف مليون نسمة حتى عام ٢٠٠٠م، والواقع أن عدد سكان المدينة لم يصل حتى الآن (١٠٠- مائة ألف نسمة ) وعام ٢٠٠٠ على الأبواب !!

وبمعنى آخر يسير معدل النمو السكاني بالمدينة ببطء شديد على الرغم من أن عدد المصانع بها وصل أكثر من ٧٠٠ مصنع وتنتج ما يعادل ٣ مليار دولار سنويا- حيث نجحت المدينة في جذب الصناعات الحديثة لتستقر فيها .

ولا شك أن أحد الأسباب الرئيسية لبطء النمو السكاني هو عدم وجود وسيلة مواصلات ' سريعة - مريحة - اقتصادية " تربط المدينة بالقاهرة - حيث يعتمد سكانها حاليا على السيارة الخاصة والأتوبيس - وترتب على ذلك أن أصبح طريق ١٠ رمضان القاهرة مزدحما ، تحيط به المباني وتتعقد حركة المرور به في فترات كثيره .

والحل الأمثل لحل مشاكل المواصلات وزيادة معدلات نمو السكان هو ربط القاهرة بمدينة ١٠ رمضان بمترو ( مترو أنفاق ).

وقد يكون تشغيل المترو المقترح في هذه الفترة غير اقتصادي لصغر حجم سكان المدينة الآن..!

ولكن الخوف من أن تنتظر الدولة حتى يكمل عدد سكان ١٠ رمضان وتبدأ في التفكير في إنشاء مترو ...

فى هذا الوقت سوف لا تجد الدولة مكانا تمد فيه خط المترو وتكون مجبرة فى نزع ملكية أراضى لهذا الغرض - وتكون تكاليف نزع الملكية باهظه ..

والأفضل ، أن تبدأ الدولة فورا فى تنفيذ إنشاء هذا المترو .

# مصادر الرطوبة وتأثيرها على المبانى

د. مدحت الشاذلى*


## ملخص

تمثل الرطوبة أهم المشاكل المؤثرة على سلامة المنشآت باختلاف أنواعها، ويهدف البحث إلى دراسة المصادر المتعددة للرطوبة والأسباب التى تؤدى إلى وصولها إلى الأجزاء المختلفة داخل وخارج المنشأ مع تحديد الآثار الضارة التى تصيب المبنى نتيجة تعرضه للرطوبة سواء بشكل مباشر أو غير مباشر.

ويشمل البحث جزءين رئيسيين هما :

الأول : يتناول مصادر الرطوبة وتأثيراتها المختلفة على أجزاء المنشأ.

الثانى : يتناول أسباب وكيفية وصول الرطوبة إلى أجزاء المبنى بدءاً بالقواعد المدفونه ، وحتى بلاطة السقف الأخير.

ويخلص البحث إلى مجموعة نتائج من أهمها تحديد مصادر الرطوبة الرئيسية والتى تعتبر أهم الخطوات لتجنب تأثيرها الضار على الأجزاء الإنشائية والغير إنشائية للمبنى، كذلك التعرف على أسباب وصول الرطوبة للأجزاء جميعها مما يساهم فى تحديد أساليب وأدوات الحماية من هذه المصادر.



الكلمات الدليلية (Keywords) :

* الرطوبة Humidity
* تدهور المبانى Deterioration of buildings


## المقدمه

تمثل الرطوبة أهم المشاكل التى تؤثر على سلامة المنشآت باختلاف أنواعها...، واكتشاف مدى تأثر المبانى بالرطوبة والذى يتم بواسطة أجهزة كهربائية مختلفة Electrical Resistance Meters يؤثر بشكل مباشر على حركة بيع وشراء العقارات مؤخراً فى الدول المتقدمة مثل المملكة المتحدة على سبيل المثال، ويتضح ذلك من النقاط الآتية :

- اسعار المبانى أصبحت تتأثر مؤخراً بمدى تأثرها بالرطوبة حيث يعتبر انتشار الرطوبة فى المبانى ضد الصحة العامة.
- كثيرمن القضايا الناجحة هى تلك التى رفعت ضد ملاك العقارات التى ثبت وجود مستوىرطوبة عال بها.
- مع زيادة عدد الطوابق تكون الأدوار المتكررة المعرضة لامتصاص مياه الأمطار من خلال الحوائط الخارجية الباردة أكثر بكثير من الأدوار العليا التى تتسرب إليها مياه الأمطار من خلال الأسطح.
- تتلف كثير من مواد البناء وتنهار بتأثير الرطوبة نتيجة تنشيطها للعوامل الكيميائية والبيولوجية بشكل ملحوظ يؤدى إلى التداعى والانهيار فى صورة تعفن بيولوجى للمواد، مما يؤثر على الحالة العامة للمبنى.

* أستاذ مساعد بقسم الهندسة المعمارية - جامعة القاهرة

## ١- مصادر الرطوبة وتأثيراتها على المبنى

تتنوع مصادر الرطوبة المؤثرة على المبانى وتنقسم إلى مصادر طبيعية وأخرى صناعية (شكل ١ ).

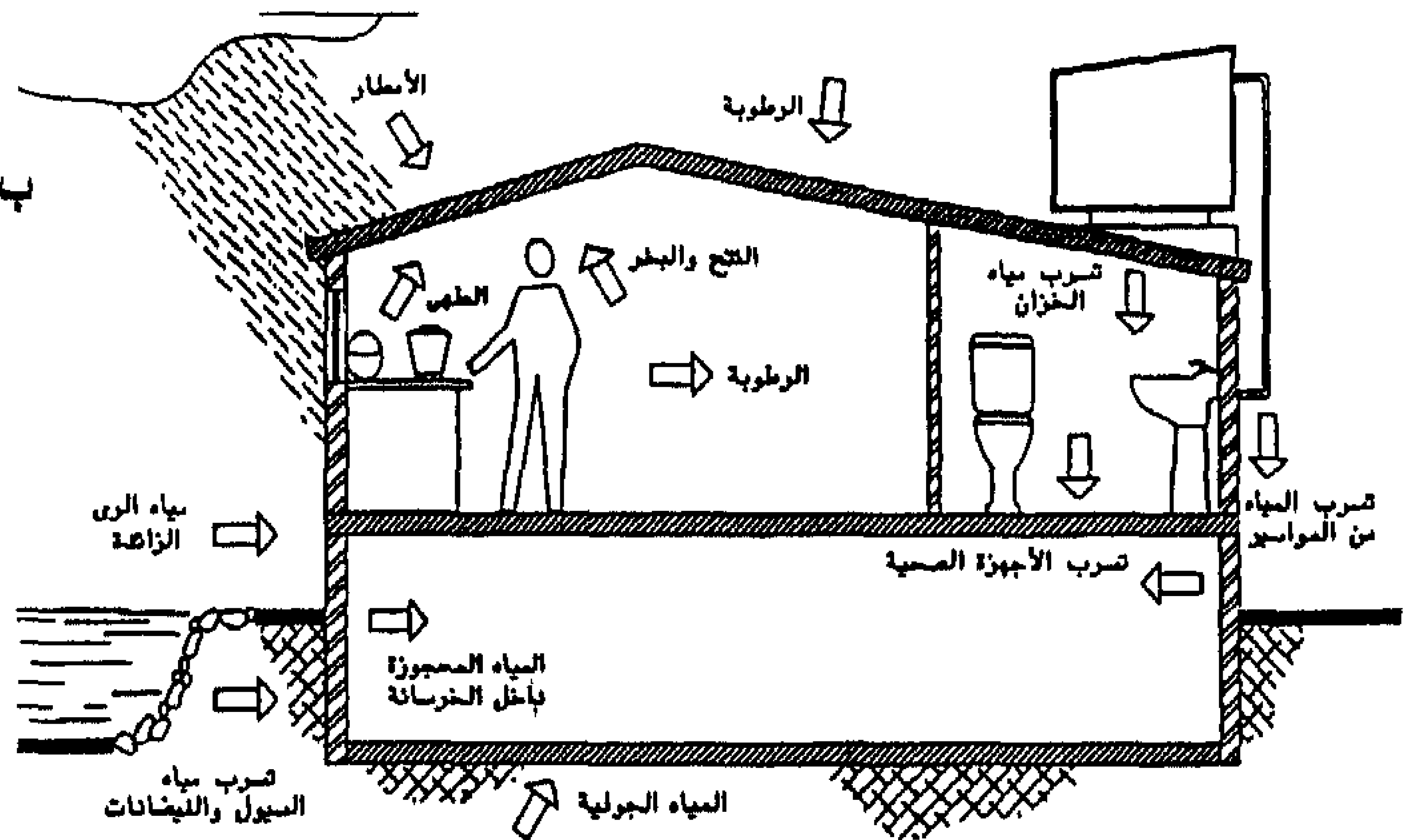
### مصادر الرطوبة :

**مصادر طبيعيه**

- الأمطار
- تكثف الرطوبة
- الرطوبة النسبية
- المياه الجوفية
- النباتات الطبيعية
- رذاذ المياه
- بخر العرق

**مصادر صناعيه**

- أساليب تكييف الهواء
- رى الحدائق
- حمامات السباحة
- التسرب من التركيبات الصحية
- سوء استعمال المبنى




شكل١ - مصادر الرطوبة الطبيعية والصناعية

### ١ - ١ مصادر الرطوبة الطبيعيه

#### ١-١-١ الأمطار Rain fall

تعتبر الأمطار من أهم مصادر الرطوبة فوق سطح الأرض حيث تصل مياهها مباشرة للأسطح الأفقية والرأسية للمبانى وتقوم مياه الامطار بإذابة الأملاح العالقة بالجو أو الغازات وبامتصاص اسطح المبانى لمياه الأمطار ، فتصل بالتالى تلك الاملاح إليها ايضاً مما يؤثر سلبيا على مواد البناء، وتعتمد كمية الرطوبة فى الهواء على ساعات وأيام الأمطار خلال العام.

### الآثار الناتجة عن مياه الأمطار :

أ- تآكل فى طبقة البياض والغطاء الخرسانى للحوائط الخارجية، وهذا نتيجة لتعرض الحوائط لأحمال إضافية نتيجة لحركة مياه الأمطار الرأسية ، وأيضاً نتيجة لعوامل التآكل للأسطح ( شكل ٢ ).



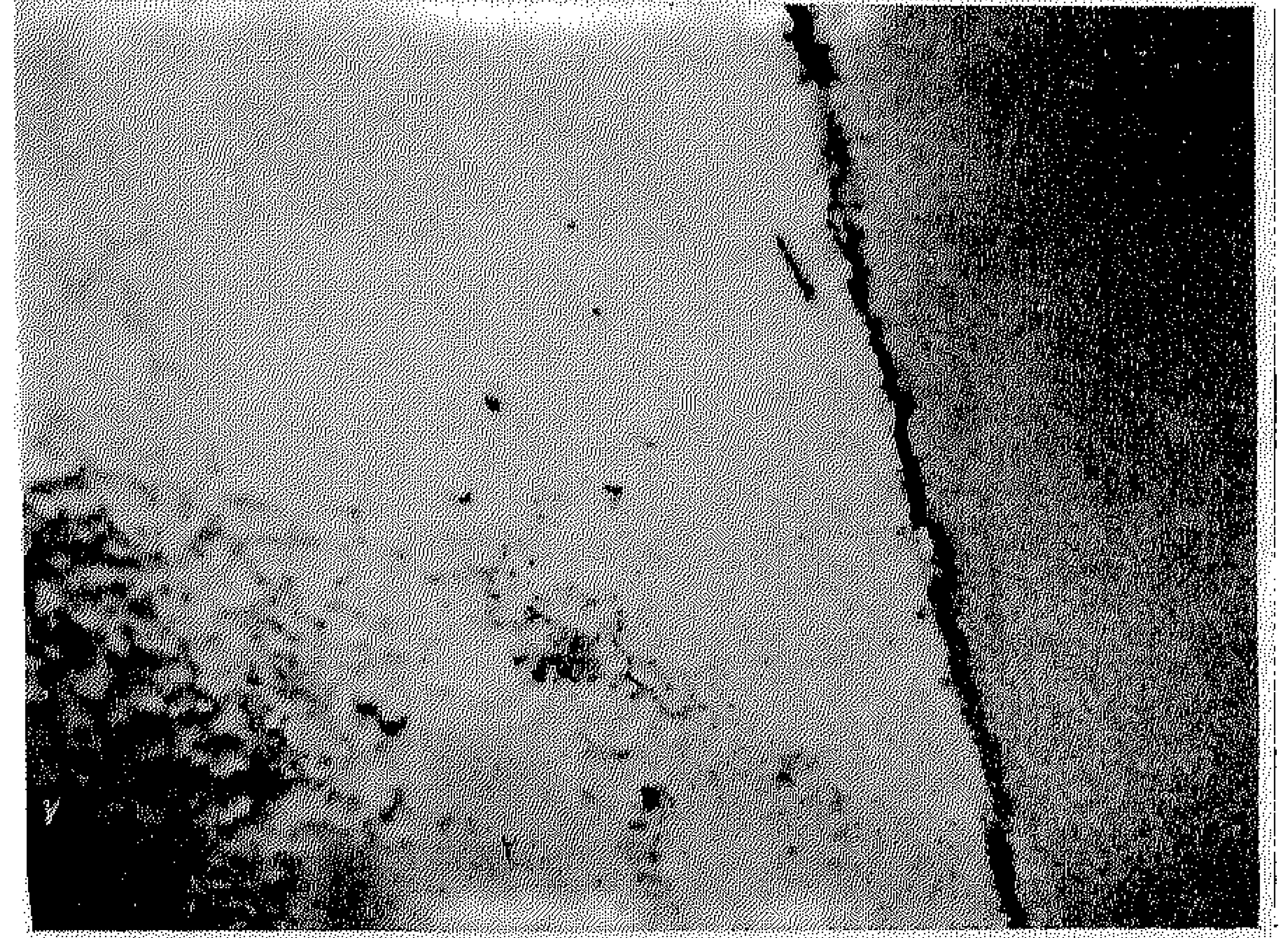
شكل ٢- تآكل البياض

ب- ظهور حديد التسليح بعد تآكل طبقة الغطاء الخرسانى مما يؤدى إلى صدأ حديد التسليح مما يشكل خطراً على سلامة المنشأ (شكل٣).



شكل ٣- تآكل الغطاء الخرسانى

جـ- تشققات فى الخرسانة نتيجة امتصاص الرطوبة داخل الحوائط مما يؤدى إلى انكماش وتمدد المواد المختلفة للبناء ( شكل ٤ ).

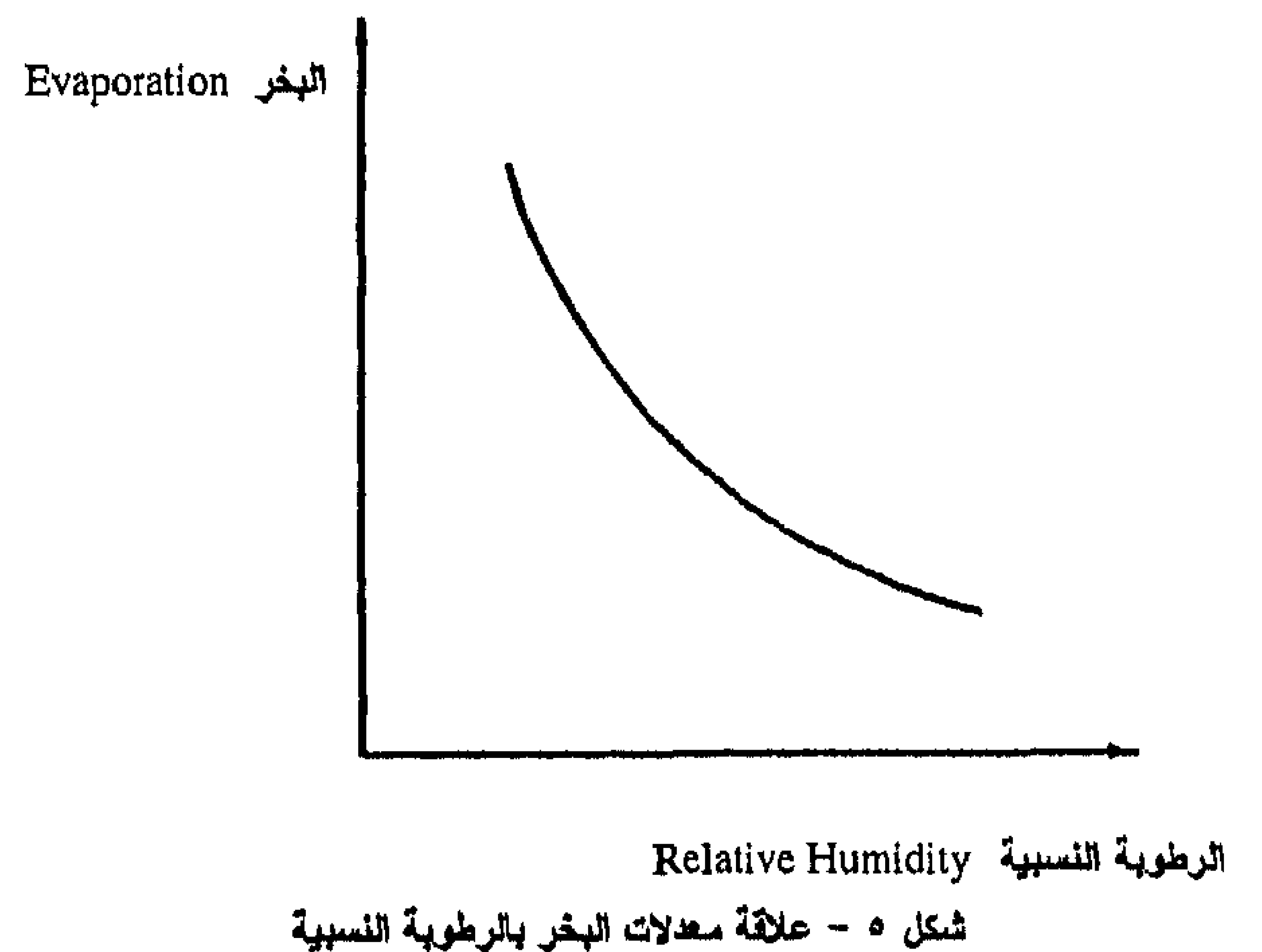


شكل ٤- تشققات الخرسانة

## ١-١-٢ تكثف الرطوبة داخل الفراغات

تتكثف الرطوبة داخل فراغات المبانى وعلى أسطحها الداخلية نتيجة تبخر الرطوبة من الأجسام الرطبة الموجودة داخل الفراغ، فيحتاج الإنسان على سبيل المثال فسيولوجياً لفقد الحرارة الزائدة فى الجسم، ويكون ذلك عن طريق بخر العرق من خلال سطح الجلد والجهاز التنفسى respiratory system حيث تفقد الحرارة للجو المحيط من خلال تيارات الحمل Convection عن طريق تلامس الهواء مع سطح الجلد. وفقد الحرارة من خلال البخر يعتمد على عدة عوامل هى:

أولا : الرطوبة النسبية relative humidity حيث تتناسب معدلات البخر عكسيا مع الرطوبة النسبيه للهواء داخل الفراغ ( الشكل ٥ )



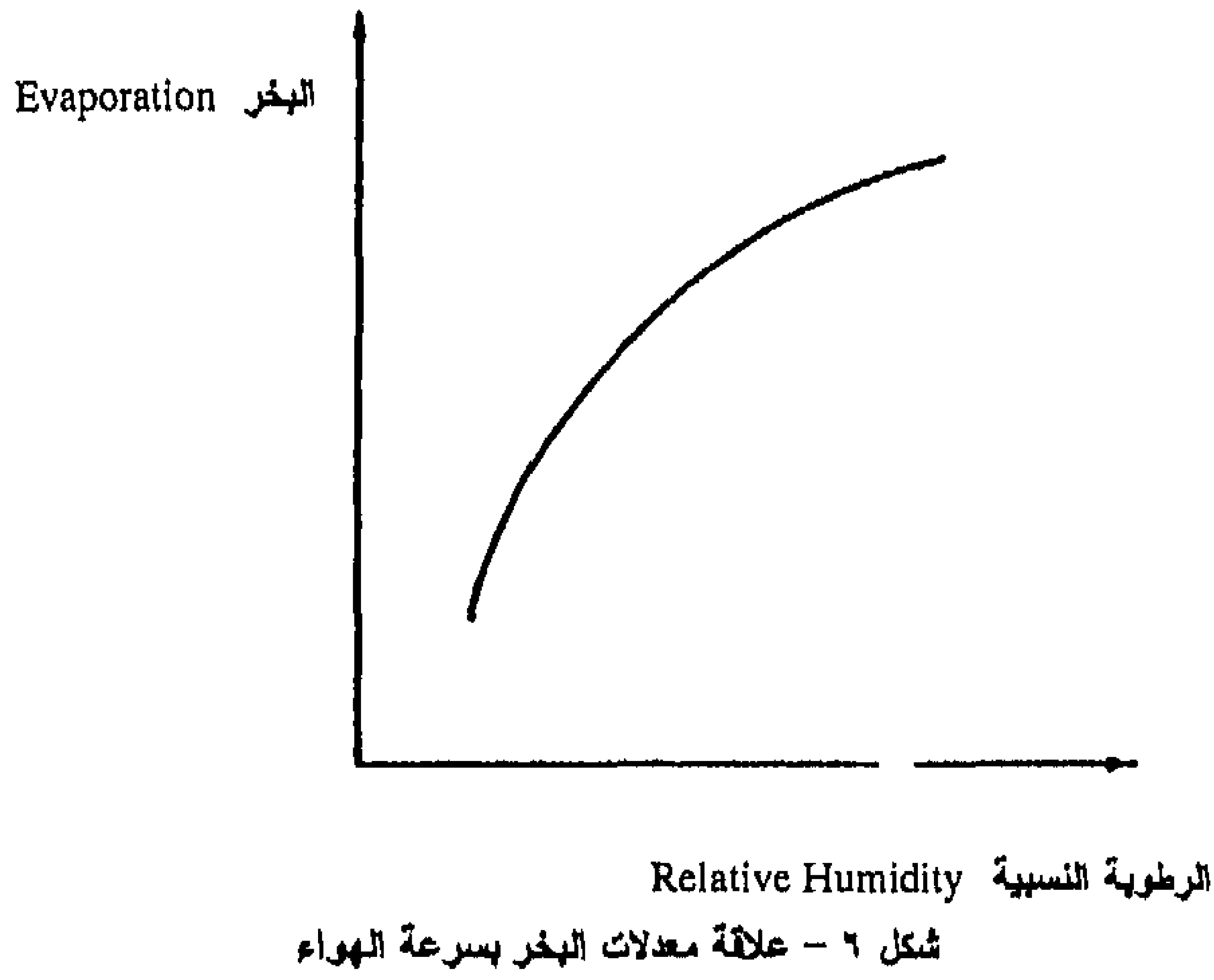

شكل ٥ - علاقة معدلات البخر بالرطوبة النسبية

ثانياً : معدل حركة الهواء داخل الفراغ حيث تساعد زيادة سرعة الهواء على زيادة معدلات البخر ( الشكل ٦ ) .

وتستمر عملية البخر عن طريق تيارات الحمل فى الحالات الآتيه:

-عندما تكون درجة حرارة الجو أقل من درجة حرارة الجلد.

- الرطوبة النسبية للجو غير مرتفعة ومن المسلم به فسيولوجياً أن عدم الإحساس بالراحة الحرارية thermal discomfort يتبعه زيادة معدلات العرق كمحاولة لفقد الحرارة الزائدة ، كما يختلف الإنسان المصرى عن الإنسان الأوروبى فى أنه يتناول كميات كبيرة من السوائل ويفقدها خلال اليوم .




شكل ٦ - علاقة معدلات البخر بسرعة الهواء

## ١-١-٣ الرطوبة النسبية داخل الفراغ وخارجه

الرطوبة النسبية من الخصائص الحاكمة فى المناطق الحارة حيث تنقسم إلى قسمين رئيسيين هما :

المناطق الداخلية Inlands والمناطق الساحلية Maritime، وتتميز المناطق الداخلية بعدم سقوط مياه الأمطار وانخفاض الرطوبة النسبية، أما المناطق الساحلية فتتميز بانتظام سقوط الأمطار وارتفاع الرطوبة النسبية . كما تنقسم المناطق الحارة الجافة حسب تقسيم Atlcmson & others إلى:

- المرتفعات الدافئة الرطبة
- المرتفعات الدافئة الجافة
- الجزر الاستوائية
- السافانا الموسمية
- الصحارى الساحلية

وتندرج الأراضى المصرية تحت المرتفعات الدافئة الجافة، والصحارى الساحلية فى الساحل الشمالى .

وتتكون بسبب التكثف Condensation طبقة دقيقة ملتصقة من الرطوبة absorption film فى حالة الجو الرطب المشبع أو القريب من التشبع، وذلك نتيجة مايلى:

أولا : انخفاض درجة حرارة السطح الملامس عن درجة حرارة الهواء.

ثانياً : وصول درجة الحرارة إلى درجة حرارة التندى Dew point وهى الدرجة التى يتم عندها تكثف بخار الماء عند ثبوت الضغط (١) ، ويكون فى إحدى هذه الحالات :

- الوصول لنقطة التندى Dew point
- الضباب أو الشبورة المائية Fog
- الأمطار

ويلتصق هذا الغشاء المائى بسطح الجسم نتيجة لقوى التوتر السطحى، ولايختفى إلا من خلال عملية البخر أو التجفيف بوسائل صناعية.

١-١-٤ المياه الجوفية Under-ground water

محتوى التربة من الرطوبة يعتمد على المياه الجوفية Under-ground water level وهى الماء المختزن تحت سطح الأرض نتيجة اقتراب الأرض من مجرى مائى أو رى الأرض أو سقوط الأمطار بانتظام. ومحتوى التربة من الأملاح يؤثر على معامل مقاومة التربة soil resistivity ، وهو يتراوح بين أقل مستوى له فى الأراضى الزراعية irrigable areas التى تروى باستمرار، أما فى المناطق الغير زراعية Non-irrigable areas فيكون معتمداً على العوامل الجويه.

وزيادة محتوى الرطوبة فى التربة بشكل عام يزيد من قدرتها على التآكل Corrosion of soil. ويعرف محتوى التربة من الماء بأنه نسبة وزن الماء فى حجم معين إلى وزن التربة الجافة فى نفس الحجم (١) ويؤثر منسوب المياه الجوفية على ملوحة التربة والتى تعتمد على :

- درجة الـ PH للمياه الجوفية فتكون حمضية عندما تقل عن ٤,٠
- ضغط المياه الجوفية على المبنى
- سرعة حركة المياه الجوفية

وتؤثر المياه الجوفية عادة على الأساسات والأعمدة والحوائط والتركيبات الصحية الخاصة بالأدوار الموجودة تحت سطح الأرض من المبنى.

الآثار الناتجة عن المياه الجوفيه

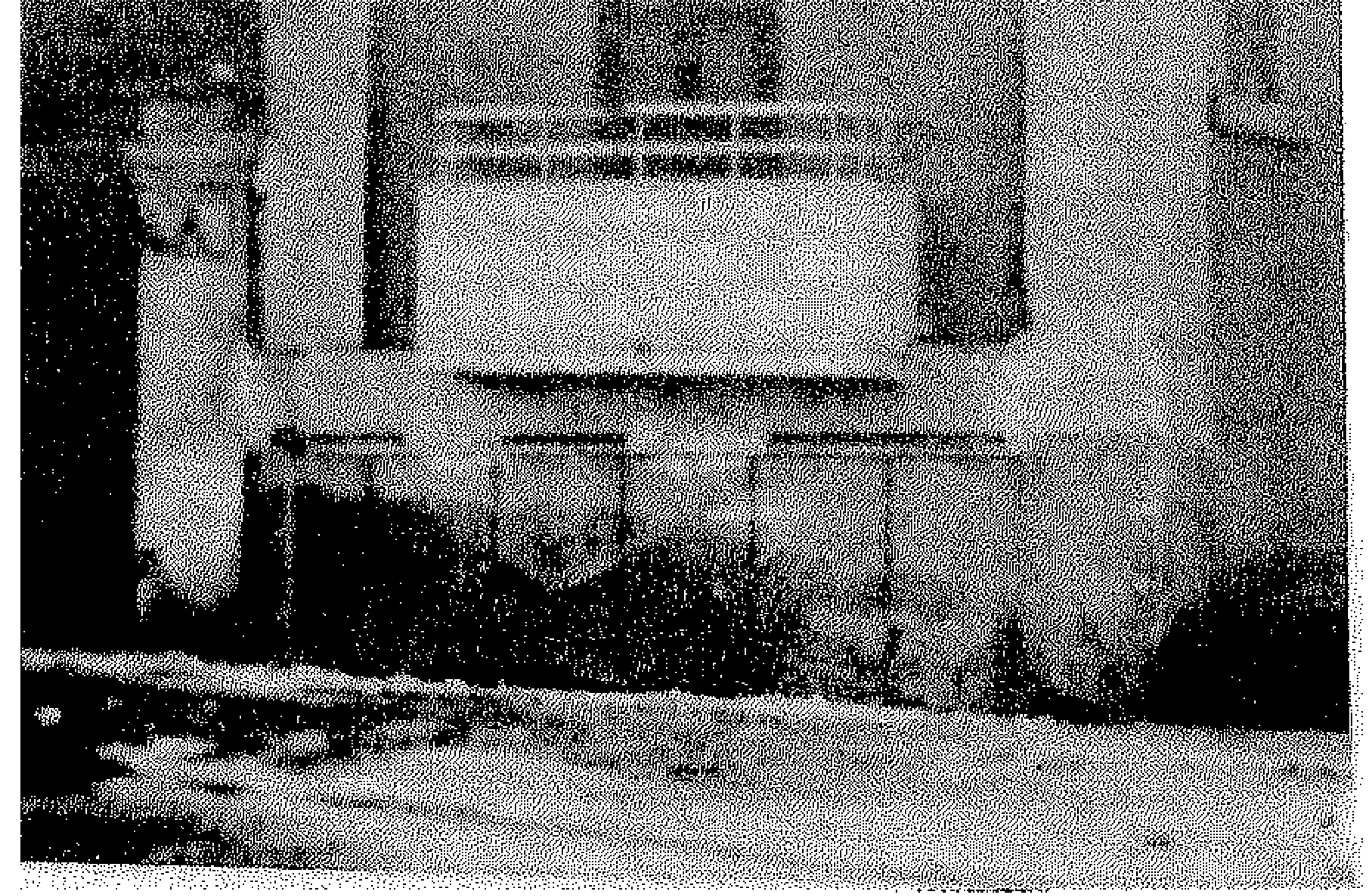
أ - تآكل الخرسانة وتأكسد حديد التسليح وتآكله نتيجة لوجود نسبة الأملاح فى المياه الجوفيه.
ب- زيادة احتمالات امتصاص الرطوبة من خلال العناصر الإنشائية والخرسانات المدفونة نتيجة لوجود نسبة الأملاح فى المياه الجوفية.
جـ- تلف الأساسات وانحرافها وتحركها وتسرب المياه من حولها.
د- هبوط أرضيات المبانى.
هـ-تلف وتآكل فى المدادات الصحية والكهربائية والتليفونات.
و- تلف فى مواد التشطيبات الداخلية فى الأدوار المدفونة.
ز- ظهور طفح للمياه فى أدوار البدروم.
ح- تلف البياض الخارجى أسفل المبنى ( شكلى ٧ و ٨ ) .

١-١-٥ التشجير Vegetation

يزداد محتوى الرطوبة فى المحيط بزيادة كثافة النباتات بحجمها وبعدها عن جسم المبانى، فبالرغم من وجود النباتات فى المناطق الحارة الذى يؤدى إلى عملية تبريد من خلال امتصاصها كمية كبيرة من الطاقة فى عملية التمثيل الضوئى Photosynthesis ، إلا أنها نتيجة لعملية النتح Transpiration تفقد كمية كبيرة من الماء فى الجو عن طريق البخر Evaporation ، وفى حالة اقترابها من المبنى، فإن الرطوبة تزداد من حوله، كما يؤثر احتياج الأشجار والحشائش للمياه على محتوى الرطوبة فى التربة مما يؤدى إلى الإحتفاظ بقدر أكبر من الرطوبة حول الجذور.

تأثير النباتات الضارة بالمنشأ

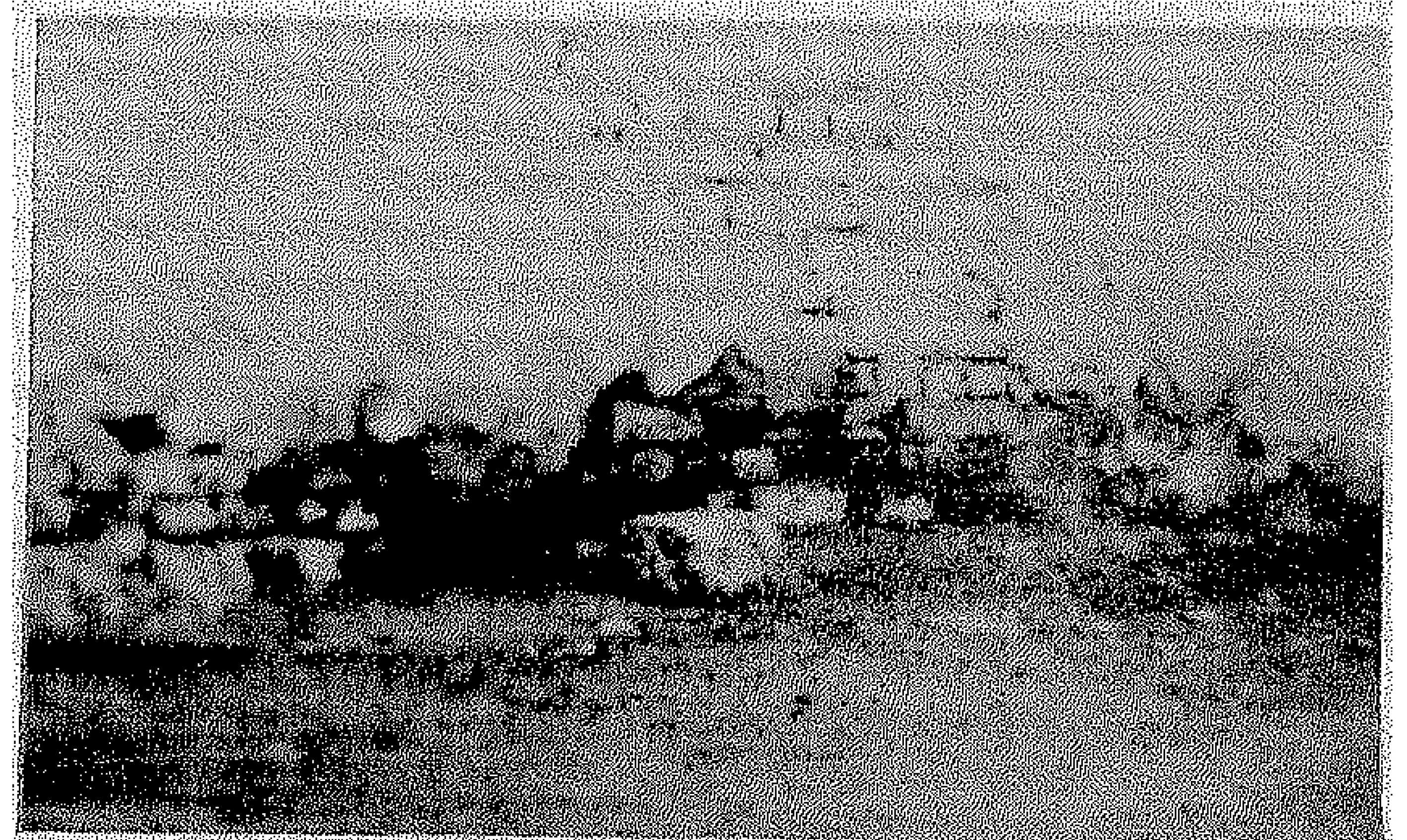
يسبب الإسراف فى رى المزروعات فى المناطق المجاورة للمبانى مع عدم الاهتمام بالعزل الخارجى الجيد لها، يحدث تراكم للمياه حول الأساسات وتنتقل الرطوبة إلى المبنى على هيئة مياه جوفية ويكون لها نفس الأضرار المذكورة من قبل ( شكل ٩ ).



( أ )

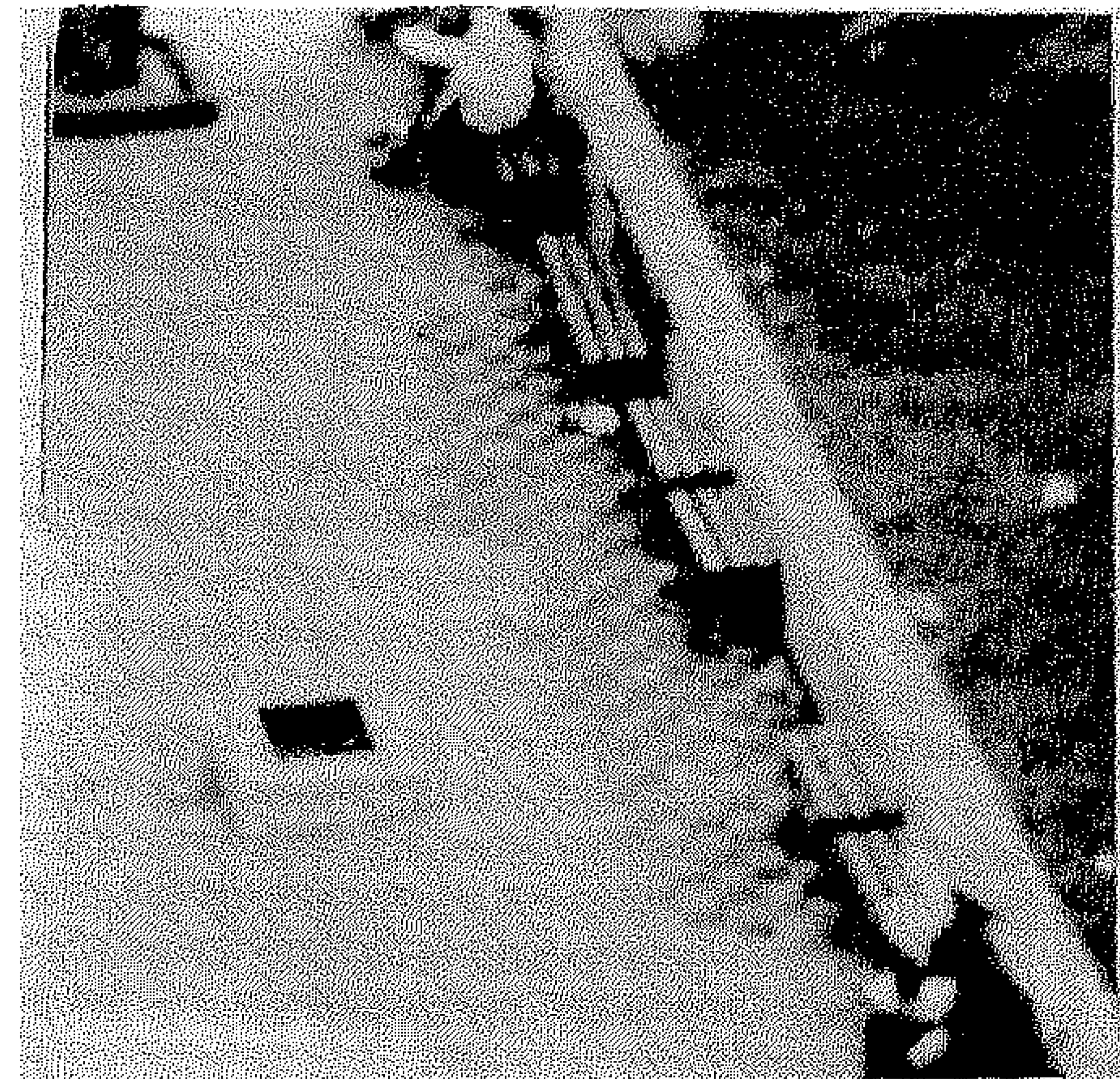


( ب )



( ج )

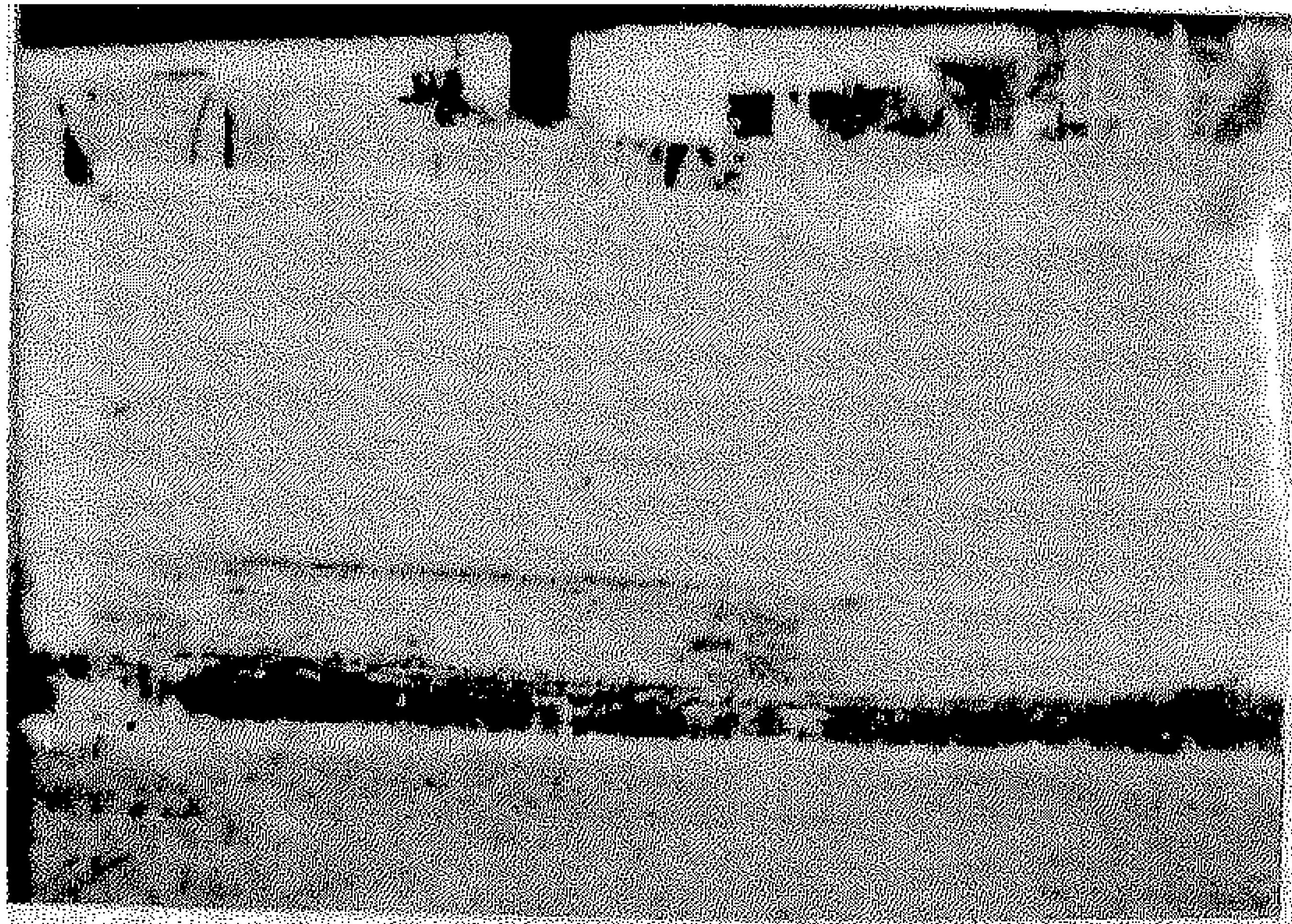
شكل ٧- آثار المياه الجوفية على المبانى



شكل ٨- تأثير الماء على الأسطح الأفقية

والجدول التالى يوضح البعد الأمثل لجذور الأشجار عن المبانى والمنشآت المجاورة :(٣)

| النوعية | المسافة (متر) | النوعية | المسافة (متر) |
|---|---|---|---|
| شجر البلوط، السنديان | ٢٤ | شجر الدلب | ٣٠ |
| الأشجار المزهرة العادية | ٨ | شجر التفاح | ١٠ |
| شجر الصفصاف | ١٥ | شجر السرو أو الحياه | ٢٥ |
| شجر الدردار/ الكمثرى | ١٢ | شجر القران | ٢٠ |
| شجر البتولا | ١٤ | | |



شكل ٩ - تأثير المياه على الأسطح الرأسية

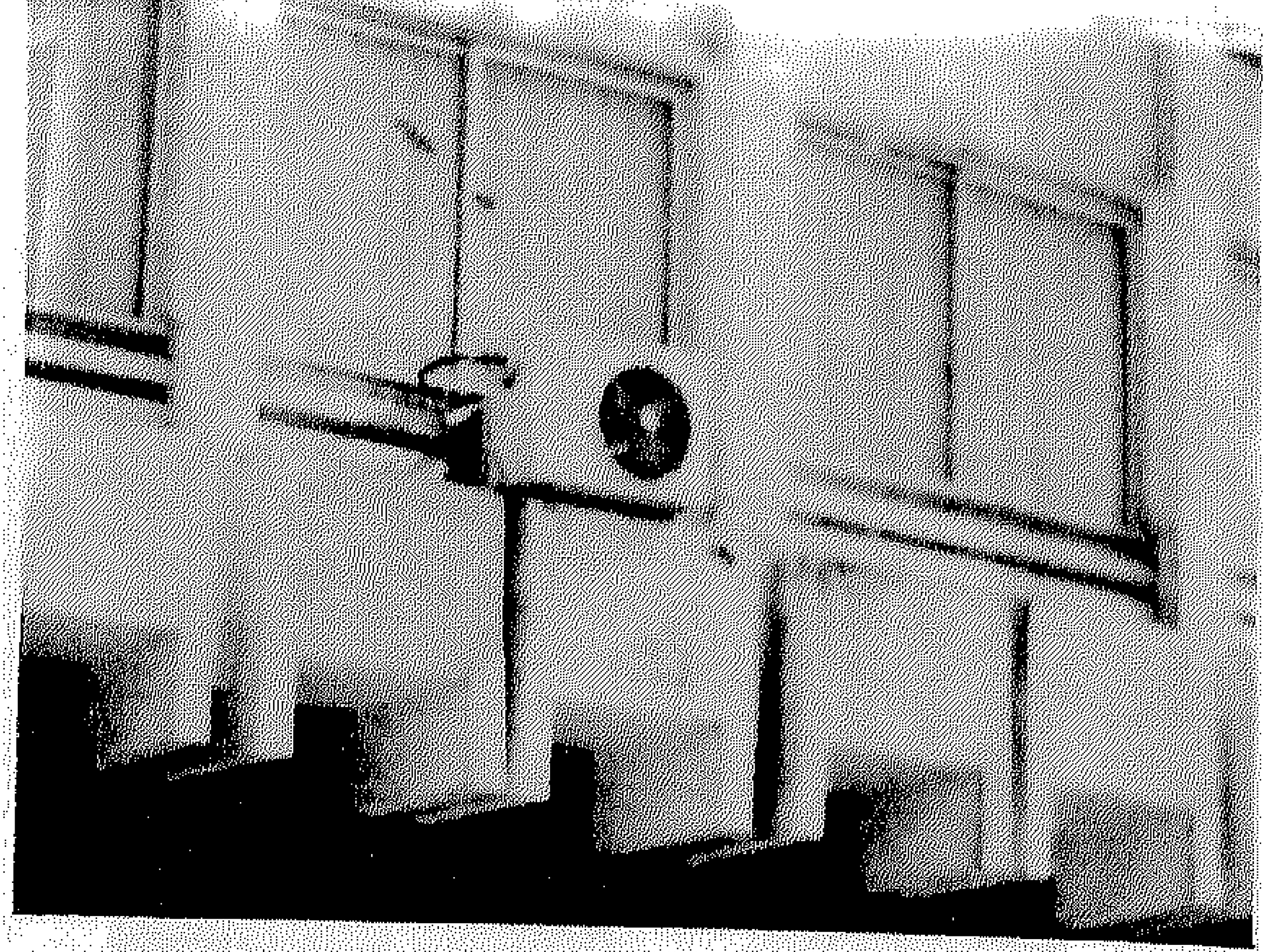
١-١-٦ الرذاذ Aerosols

تنتقل الرطوبة من المصادر الطبيعية مثل الأنهار والبحيرات وبخار الجو إلى أسطح المبانى على هيئة رذاذ ناتج من اصطدام تيارات المياه بهذه المصادر عند الشاطىء، ونتيجة لحركة الأمواج تنتقل هذه المياه لما حولها من الأسطح من خلال الهواء.

## ١ - ٢ المصادر الصناعية للرطوبه

### ١-٢-١ تكييف الهواء Air conditioning

تعتمد نظم التكييف فى حالتى التبريد والتدفئة للهواء على عاملين أساسيين : درجة الحرارة ودرجة الرطوبة. لذلك، فإن أساليب تكييف الهواء سواء كانت طبيعية أو صناعية تشكل مصدراً هاماً للرطوبة داخل المبنى وخارجه. ويؤدى استعمال أجهزة التكييف الخارجية إلى سقوط قطرات مياه ناتجة عن عملية التبريد مما يؤدى إلى تلف البياض الخارجى وحدوث تشققات للخرسانة ( شكل ١٠ ).


شكل ١٠ - الأثر الناتج عن أجهزة التكييف

وتتنوع أساليب تكييف الهواء داخل المبنى بين الطرق التقليدية والطرق الحديثة وأهم هذه الطرق:

١-٢-١-١ زراعة السقف

وهى وسيلة تقليدية لتبريد الهواء داخل المبنى عن طريق تغطية السقف بطبقة من الطين وزراعتها، وقد أثبتت التجارب أن طبقة طين سمكها ١٥ سم على سطح بلاطة خرسانية سمكها ١٥ سم تقلل من درجة حرارة الفراغ ١٠ درجات مئوية عن الهواء المحيط (١) . وفى حالة الزراعة يحدث تبريد فى الهواء فوق السطح نتيجة لامتصاص الإشعاع الشمسى وعدم انعكاسه، وأيضاً نتيجة لجذور النباتات التى تحتفظ ببعض الرطوبة.


شكل ١١ - الأسقف المغطاه بالنباتات

١-٢-١-٢ رشاشات الأسقف Roof sprayers

تستعمل رشاشات الأسقف كوسيلة لتقليل الحرارة المنتقلة ولتبريد سطح الأسقف بالمبنى مما يساعد بالتالى على خفض درجة حرارة الفراغ الداخلى ، ويتم ذلك عن طريق اغراق الأسطح برذاذ المياه jet sprayers .

١-٢-١-٣ البرك العلوية Roof pools

طريقة للتبريد ابتكرتها جامعة تكساس عن طريق إغراق الأسطح بالمياه مع توفير المتطلبات اللازمة للعزل، ولكن من عيوبه أنه يمثل أحمالا إنشائية إضافية على المبنى، وعدم كفاءة العزل يؤدى إلى تسرب المياه إلى جسم المبنى الإنشائى كما هو الحال فى الحالة السابقة.

١-٢-١-٤ المبردات بأسلوب التبخير Evaporative coolers

تمثل أهم مصادر الرطوبة داخل المبنى وتستخدم كأسلوب تبريد فى المناطق الحارة الجافة والتى بها مصادر وفيرة من المياه.

وتتم هذه الطريقة عن طريق تمرير الهواء على أسطح رطبة بالماء فيفقد الهواء جزءاً من حرارته لتبخر المياه، ويتحمل قدرا أكبر من الرطوبة مما يساعد على الوصول إلى الراحة الحرارية لمستعملى الفراغ ، ومن مشاكل هذه الطريقة تكثف هذه الرطوبة على الأسطح الداخلية.

١-٢-٢ رى الحدائق Garden irrigation

وجود الحدائق والأراضى الزراعية مجاورة للمبانى ومايتبعه من رى مستمر لهذه المزروعات يعتبر مصدراً مستمراً للرطوبة تحت وفوق سطح الأرض ( شكل ٩ ).

١-٢-٣ استخدام النوافير وحمامات السباحة الداخلية
Fountains & indoors swimming pools

تستخدم النوافير فى القاعات والبرك داخل الأفنية الداخلية من أجل تجميل الفراغ الداخلى وزيادة الرطوبة داخل الفراغ سواء كانت برك المياه ساكنة أو على شكل شلالات ونوافير، فكلها تحدث تغييرات حرارية عند تبخر المياه مما يقلل درجة الحرارة dry bulb temperature ، وتعتمد كمية البخر وكذلك مقدار زيادة الرطوبة داخل الفراغ على مايلى :

- مساحة سطح المياه المعرض للهواء
- الفرق بين درجتى حرارة الفراغ وحرارة المياه الابتدائية
- السرعة النسبية للهواء
- مدة التلامس بين الماء والهواء

أما استخدام حمامات السباحة الداخلية فتساعد على زيادة نسبة الرطوبة داخل الفراغ بسبب زيادة زمن التعرض للهواء طوال اليوم. أما فى حالة استخدام حمامات السباحة الخارجية، فذلك يساعد على زيادة نسبة الرطوبة حول المبنى بسبب وجود تيارات هوائية ملامسة لسطح الماء مما يساعد على زيادة معدلات البخر.

**١-٢-٤ التسرب والرشح الناتجان عن التركيبات الصحية:**

فى حالة عدم كفاءة الوصلات واللحامات بمواسير التغذية والصرف تكون هذه التركيبات مصدراً للرطوبة فى المبانى وذلك للأسباب الآتية :

**١-٢-٤-١ عيوب التنفيذ**

عدم العناية بالعزل الكافى وعدم دقة التركيب بأماكن الوصلات واللحامات.

**١-٢-٤-٢ تآكل المواسير**

بسبب صدأ المواسير أو سوء استعمالها بتصريف مركبات تساعد على تآكلها سريعا وصدئها، وهذه المدادات تشمل مدادات مياه الشرب ومياه الصرف وكذلك مدادات صرف مياه الأمطار.

**الآثار الناتجة عن التسرب والرشح من التركيبات الصحيه:**

أ- يؤدى التسرب والرشح إلى تلف فى طبقة البياض وسقوط البياض الخارجى.

ب- فى حالة امتداد تأثير التسرب والرشح إلى العناصر الإنشائية، يحدث تآكل فى الغطاء الخرسانى( شكل ١٢ ).

ج_ يؤدى حدوث سقوط الغطاء الخرسانى نتيجة التسرب والرشح إلى صدأ فى حديد التسليح بالأجزاء التى تم تعريتها.

د- حدوث شقوق فى الحوائط مما يزيد من احتمالات تسرب المياه إلى الفراغات الداخلية.

هـ- انتشار الرطوبة نتيجة التسرب والرشح يساعد على نمو نباتات وفطريات قد تكون ضارة وملوثة بالمنشأ ( شكل ١٣ ).



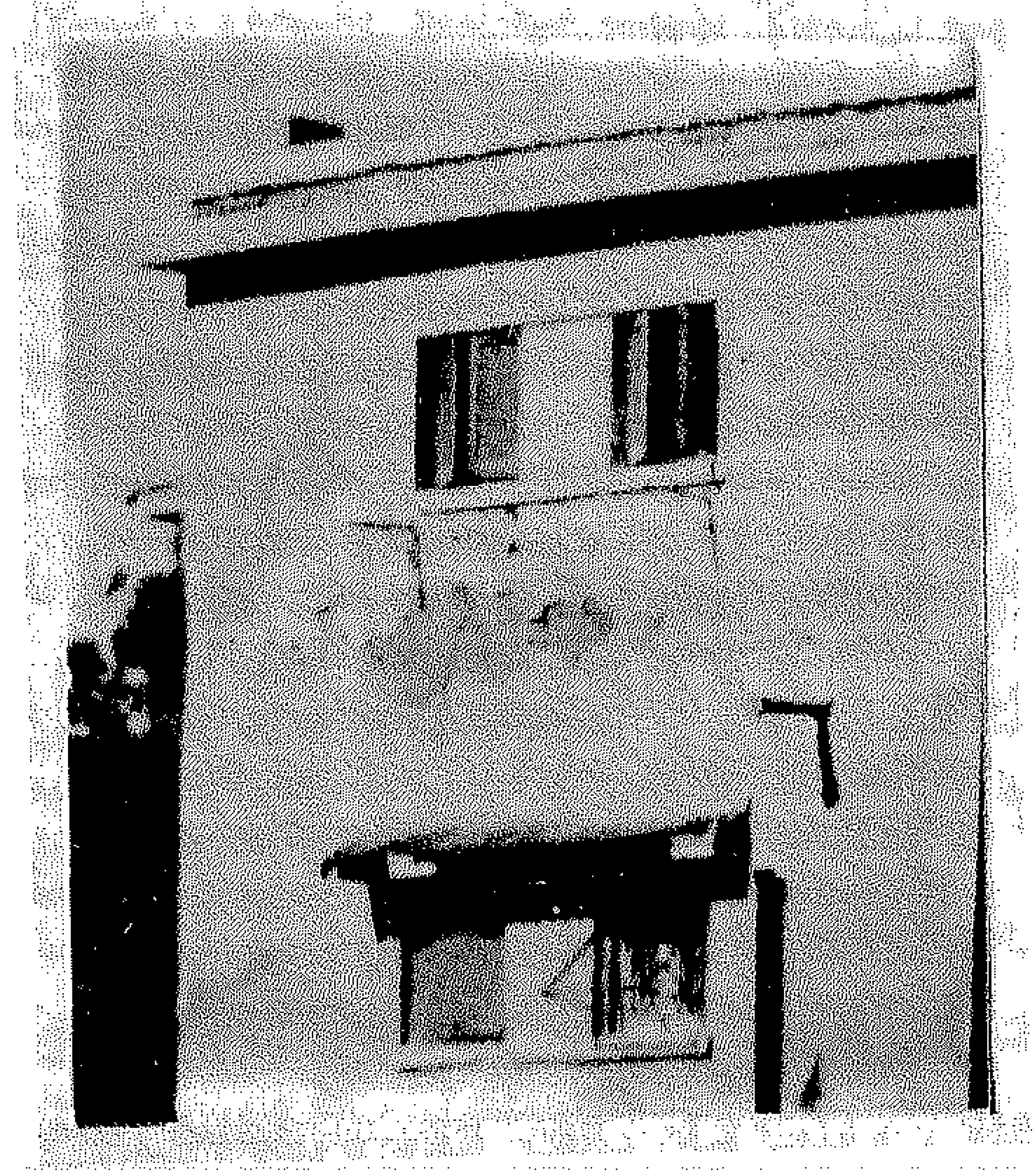
شكل ١٢ - آثار التسرب على واجهات المبانى



شكل ١٣ - آثار التسرب من التركيبات الصحية

**١-٢-٥ سوء استعمال المبنى Building misuse**

سوء استعمال المبنى يساعد على انتشار الرطوبة داخل وفوق الأسطح الخارجية للمبنى، مثل عدم تجفيف الأرضية بعد تنظيفها بالمياه أو عدم تهوية المطابخ جيدا أو تجفيف الملابس مما يؤدى إلى تكثف الأبخرة من السخانات والغلايات على الأسطح الداخلية للفراغات .



شكل ١٤ - أثر الملابس المبللة على منشر غسيل

## ٢- أسباب وصول الرطوبة إلى المبنى

يمكن تحديد أسباب وطرق وصول الرطوبة إلى الأجزاء المختلفة من المبنى بدءاً بالقواعد وحتى بلاطة السقف الأخير من خلال النقاط التالية:

* تصل الرطوبة إلى الأسطح نتيجة:
  ١- التلامس المباشر
  ٢- تيارات الحمل Convection
* تصل الرطوبةإلى داخل المبنى نتيجة المسامية والنفاذية.

### ٢ - ١ وصول الرطوبة إلى المبنى بالتلامس المباشر : direct contact

#### ٢-١-١ التلامس مع المياه الجوفية Underground water : contact

يحدث فى حالة الأساسات والسملات والقواعد وذلك لخاصية النفاذية والمسامية Permeability لأنها تتكون من مواد غير متجانسة ولعدم وجود كفاءة فى العزل سواء للخرسانات أو للحوائط والبلاطات الأفقية لأدوار البدروم.

#### ٢-١-٢ التلامس مع الرطوبة المتكثفة : Condensed water vapour contact

يحدث فى أجزاء المبنى الظاهرة فوق سطح الأرض سواء كانت أجزاء إنشائية مثل الأعمدة والكمرات أو أجزاء غير إنشائية مثل الحوائط الخارجية والتكسيات وأسطح الفتحات.

#### ٢-١-٣ ركود مياه الأمطار Rain water accumulation

أ- فوق الأسطح العلوية نتيجة عدم كفاءة نظام صرف مياه الأمطار.

ب- أسفل المبنى نتيجة لعدم وجود ميول فى الرصيف مما يؤدى إلى وصول المياه للداخل لعدم كفاءة نظام العزل الأفقى والرأسى للمبنى.

#### ٢-١-٤ تسرب مياه المواسير الملاصقة لأسطح المبنى : Plumbing leakage

نتيجة لعدم كفاءة مواسير الصرف والتغذية الملاصقة للواجهات ( الرأسية ) وللأسقف وللأرضيات ( الأفقية ) نتيجة سوء التركيب وضعف العزل.

### ٢ - ٢ وصول الرطوبة إلى المبنى عن طريق تيارات الحمل Convection :

تؤدى تيارات الحمل إلى وصول الرطوبة إلى الأجزاء الخارجية والظاهرة من المبنى مثل الحوائط والأعمدة والفتحات والتكسيات والبياض الخارجى. وذلك بسبب رذاذ المياه المنطلق من النوافير والرياح المحملة بالرطوبة على السواحل.

### ٢ - ٣ وصول الرطوبة للأسطح داخل المبنى نتيجة المسامية والنفاذية:

تصل الرطوبة للأجزاء المغطاة من المبنى نتيجة وجود أماكن تسمح بنفاذها إلى الداخل مثل:

#### ٢-٣-١ التشقق Cracking

ويحدث نتيجة لعدة عوامل

أ - زيادة الأحمال مما يؤدى إلى الترخيم Deflection .

ب- التمدد والانكماش لتغير درجات الحرارة.

جـ- فارق التمدد بين العناصر الإنشائية للمبنى.

د- تدهور سطح التشطيبات نتيجة التغيرات الفيزيائية أو الكيميائية أو الفوتوكيميائية.

هـ- ارتفاع درجة الحرارة مما يسبب مشاكل فى الدهانات الخارجية.

### ٢-٣-٢ سوء الصناعة

فى حالة عدم دمك الخرسانة دمكاً جيداً أثناء الصب يحدث تعشيش ، خاصة فى حالة الخرسانة المسلحة ، مما يسبب فراغات داخل الخرسانة فيسهل حركة المياه داخل جسم المادة.

### ٢-٣-٣ النفاذية Permeability

وهى نتيجة لعدم وجود تجانس فى التركيب الداخلى للمواد وخاصة نسبة مياه الخلط فكلما زادت نسبة المياه فى الخرسانة زادت مساميتها مما يؤدى إلى سهولة اختراق الرطوبة إلى داخل الجسم.

## الخلاصة

تتعدد مصادر الرطوبة المؤثرة على المبانى المختلفة وأجزاء المبنى الواحد ما بين طبيعية نتيجة لظواهر خارجة عن قدرة الإنسان، ومصادر صناعية سببها الإنسان، سواء كان المصمم أو المنفذ أو المستعمل أو كلهم معاً.

وتتنوع مصادر الرطوبة تبعا لتنوع مصادرها، وأيضاً مع تنوع الطرق التى تصل بها إلى المبنى سواء كان ذلك للأجزاء الداخلية منه أو للأجزاء الخارجية. ويرجع ذلك فى معظم الأحوال إلى ضعف العزل سواء للعناصر الرأسية أو الأفقية ، وسوء استخدام المبنى بحيث تزيد نسبة الرطوبة التى يتعرض لها المبنى بشكل ملحوظ مما يؤدى إلى انهيار مواد البناء المختلفة به.

والجدول التالى يلخص أسباب وصول الرطوبة إلى الأجزاء المختلفة من المنشأ.

مصادر واسباب وصول الرطوبة إلى الأجزاء المختلفة من المنشآت

| عناصر المبنى المختلفة / مصادر واسباب الرطوبة بالمبنى | | العناصر الإنشائية | | | | | | العناصر الغير إنشائية | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | اساسات | اعمدة | كمرات | بلاطات | حوائط حاملة | سلالم | المبانى الجارجية | القواطيع | الفتحات | التركيبات الصحية | الفرش |
| التلامس المباشر مع الأسطح المكشوفة | المياه الجوفية | × | × | | | × | | × | | | × | |
| | تكثيف الرطوبة | | | × | × | × | × | × | | × | × | |
| | ركود مياه الأمطار | | | | × | | × | × | | | | |
| | تسرب مياه المواسير | × | × | × | × | × | | × | × | | × | |
| | تيارات الحمل | | | | | | | | | | | |
| | رذاذ المياه | | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × |
| التلامس المباشر مع الأسطح الغير مكشوفة | تشقق طبقات التغطية | | × | × | × | × | × | × | × | × | × | |
| | سوء الصناعة | × | × | × | × | | × | | | | × | |
| | نفاذية المواد | × | × | × | × | × | × | × | | | × | |


***REFERENCES:***

1. *Angus & Robertson, (1975) " Building Environment ", Mc Grow, Pub., New York.*
2. *Department of Environment, (1976), " Common Defects in Buildings", Property Services Agency - Her Majestey's Stationary Office, London.*
3. *Department of Environment, (1986), " Defects in Buildings", Property Sevices Agency - Her Majestey's Stationary Office, London.*
4. *Green, I. Eral, (1975), " Housing for The Elderly - The Development and The Design Process", The Michigan State Housing Development Authority, Michigan.*
5. *Ransom, W.H., (1981), " Building Failures", E & F.N. Spon LTD, London.*
6. *Stou, T.M., (1987), " Building in Hot Climate", Mir. Pub.,Moscow.*

# ثنائيات العمران

## النور والطاقة - الريف والحضر - الأمن والعدوان - المعنى والصورة

د/ احمد خالد علام

### النور والطاقة (النار)

قامت مدنيات الإنسان جميعها على النار، ومنها انبعث نور المعرفة والعمران، فقد أتى عليه حين من الدهر كان يجهل فيه النار وطرق إيقادها واستخدامها، فلما تعلم ذلك خطا بعض الخطوات فى طريق التقدم والارتقاء ، ثم تعلم كيف يوقد ناره وقتما شاء ، وأينما كان بالقدر الذى يريده ، ثم تملك زمام التقدم تدريجياً حتى بلغ المكانة التى نراها ونسمع عنها ونشاطره خيرها وشرها.

ويتضح إذن أن الإنسان عندما تملك زمام النار ملك مفتاح المدنية والتقدم ، وفاز بأول نصر حاسم على قوة الطبيعة ، وتحكم فيها حتى قهر الكثير من قواها الأخرى بسلاح النار .

ويُرجح أن اكتشاف الإنسان للنور بدأ مع اكتشافه للنار ، وأن أول مصدر ضوئى حصل عليه كان من قطعة خشب محترقة بفعل الصواعق فى شجرة احترقت بها ، وربما كان نور لهب الخشب والقش المحترق المصدر الضوئى عند الإنسان لفترة طويلة ، تعلم فيها أثر النار فى إنضاج الطعام وتكوين الأسرة والعشيرة .

فاجتمع أفراد الأسرة والقبيلة حول النار يأنسون بدفئها ونورها وإنضاجها لطعامهم ، وهم يسمرون آمنين شر الوحوش الضارية ، التى كانت ومازالت تخشى الاقتراب من النار ، وبالنار والنور بارك الله الناس فأطعمهم من جوع وآمنهم من خوف .

والنار مصدر النور ويستمد الإنسان النور من مصدرين يرجع أساسهما إلى مصدر واحد :

الأول : هو النور الطبيعى وهو نور الشمس والقمر والنجوم والكواكب الأخرى .

والثانى : هو النور الصناعى كنور المشاعل والمصابيح والشموع .

ويقول الله تعالى :

{ وجعل فيها سراجا وقمرا منيراً } ( الفرقان - ٦١)

{ وجعل القمر فيهن نورا والشمس سراجاً } (نوح-١٦)

والشمس جسم يحترق بنار عظيمة يخرج منها الدفء ويشع منها نور النهار ، وينعكس بعضه على سطح القمر فيسطع ليلاً فيبدد ظلمات الليل وبخاصة إذا اكتمل بدرا .

وسخر الله تعالى لنا الشمس دائبة الحركة ، تصبح علينا لترسل أشعتها بما تحمله من حرارة ونور ، وما تحتويه من كل ما تحتاج إليه الحياة من مسببات ، ثم تمسى لتشرق فى آفاق غيرنا ، ثم لا تلبث أن تعود : ليل ونهار - شروق وغروب .

والشمس نجم : نور ونار ، إنها قنبلة هيدروجينية هائلة بها راديوم وهيليوم وأيدروجين ....، أتون من نار تبلغ درجة حرارة قرص الشمس عند السطح حوالى ٦٠٠٠ درجة ، بينما تصل درجة الحرارة فى داخلها إلى حوالى ٢٠ مليون درجة (هكذا يقول العلماء ) ، والأيدروجين هو المادة الأساسية فى هذه النار .

ويوجد صنفان من الأشعة فى الأشعة الضوئية ، كان لهما أكبر الأثر على الحياة وهما : أشعة الطيف المرئى ، وأشعة الحرارة المنتشرة فى الطيف المرئى .

الصنف الأول - أشعة الطيف المرئى تربط فى أوراق النبات بين ثانى أكسيد الكربون الموجود فى الجو وبين الماء الواصل إلى النبات من الأرض والمادة الخضراء المعروفة باسم الكلوروفيل ( اليخضور ) ، وينتج عن ذلك الربط تخليق المواد العضوية كالسكر وغيره ، وهى عملية كيميائية تؤمن وجود

النبات ، فتؤمن بالتالى وجود الحيوان ، وهذه العملية لا تتم ولا تحدث إلا بوجود أشعة الشمس التى يمتصها اليخضور ، وهى كما ذكر سابقا أشعة الطيف المرئى التى تضئ الكون وتسبب النور .

أما الصنف الثانى من الأشعة فهى الأشعة التى تعطى الحرارة ، وهى المنتشرة فى أشعة الطيف المرئى (فيما دون الأشعة الحمراء ) ، إنها ضرورة من ضروريات الحياة فى النبات والحيوان معاً ...

إن الحياة كلها تفاعلات لا تصلح إلا بين طرفين من الحرارة، طرف قليل وطرف كثير، فبدون الطرف القليل يموت الحيوان والنبات من البرد ، وفوق الطرف الكثير يموت النبات ويحترق الحيوان ويفنى من شدة الحرارة .

وبجانب هذه الطاقة هناك مصادر قديمة صنعتها الشمس - أم الطاقات - واختزنتها من ملايين السنين ، وهى الفحم والبترول والغاز ، صنعتها الشمس من النبات والحيوان ، ثم تحولت إلى هذه الأنواع من الطاقة ، وهذا إنجاز قديم للشمس ، وهو الأساس الأول الذى قامت عليه الحضارة الحالية وعمران العالم، عمران قائم على ثنائية النور والنار .

وتعتبر مصادر الطاقة الحديثة بمثابة العمود الفقرى للبنيان الاقتصادي لأى دوله، حيث تستعمل هذه القوى فى إدارة الآلات اللازمة لعمليات الإنتاج ، وفى تسيير وسائل النقل كالسيارات والقاطرات والبواخر والطائرات ، وفى عمليات التشييد والبناء، وفى الخدمات البلدية والمنزلية كإضاءة الشوارع والمنازل وطهو الطعام ، ويعتبر توفير الطاقة بأثمان مناسبة شرطاً أساسياً فى نجاح عمليات التنمية بشتى أنواعها.

والفحم أهم مصادر الطاقة الحديثة ، وكان وما زال أهم مصادر القوى المحركة فى العالم منذ بداية الثورة الصناعية (التى قامت على اكتشاف قوة البخار وتوليده من الفحم ) . ويمد الفحم العالم بحوالى نصف مجموع الطاقة ، بينما يساهم البترول والغاز الطبيعى بحوالى الثلث ، ويوجد الفحم فى الطبيعة على شكل صخور رسوبية أصلها بقايا نباتات طبيعية نمت تحت ظروف مناخية معينه ، وتختلف أنواع الفحم ودرجة صلابته باختلاف كمية الحرارة والضغط الذى تعرضت له تكويناته ، كما تتوقف قوته الحرارية على نسبة الكربون والمواد الطيارة والرطوبة الموجودة به .

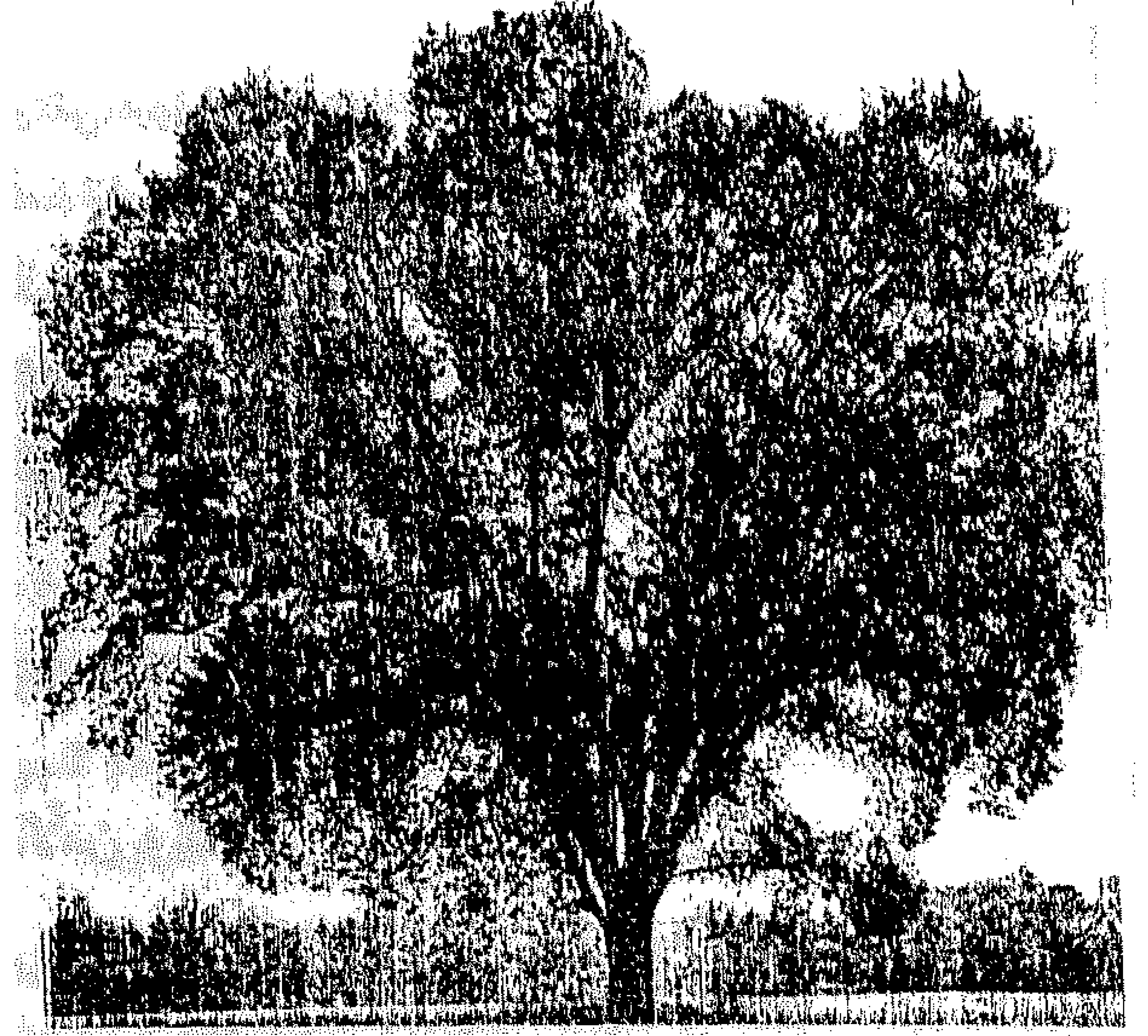
وجاء بعد الفحم البترول - منافس خطير للفحم ، ويرجع نجاح البترول فى منافسة الفحم إلى أن الأخير مادة صلبه والبترول سائل أسهل فى نقله من الفحم ، كما أن قيمته الحرارية بالنسبة للفحم حوالى مرة ونصف مرة ، هذا بالإضافة إلى أنه يمكن تحويله إلى عدد من السلع الهامة (التى تعرف بإسم الكيماويات البترولية ) . والبترول سائل لزج ينساب بين الصخور الرسوبية ، أصله من مواد عضوية بحرية ونباتية ترسبت فى الأرض ودفنت بين طبقاتها ، ثم فعلت فيها عوامل كثيرة ، منها الضغط والحرارة والبكتريا والنشاط الذرى والزمان المتطاول .

وجاء بعد البترول الكهرباء المولدة من القوى المائية التى حلت محل الفحم والبترول فى كثير من الصناعات والاستهلاك ، كتسيير القطارات والاستخدامات المنزلية وإنارة الشوارع والخدمات الأخرى . ويقاس مدى تقدم الدولة على أساس معدل ما تستهلكه من وقود وقوى محركه - التى تترجم بعد ذلك إلى كيلووات . ويبلغ معدل استهلاك الفرد من الكهرباء فى الولايات المتحدة نحو ١٢ ألف كيلووات فى السنة ، بينما لا تصل فى بعض الدول النامية إلى ألف كيلووات فى السنة .

وجاء بعد الفحم والبترول والغاز والكهرباء المتولدة من مساقط المياه طاقة جديدة من ذرة اليورانيوم ، إنها تنشق وتعطى حرارة تستخدم فى توليد الكهرباء فى محطات القوى النووية ، وتنتشر هذه المحطات النووية فى كثير من المدن الكبرى بالدول الصناعية .

والطاقة المتولدة من ذرة اليورانيوم عظيمة ، ولكن توجد طاقة أعظم ، هى الطاقة المتولدة من ذرة الأيدروجين ، ويريد العلماء أن يفعلوا بالأيدروجين ما فعلوه بذرة اليورانيوم ، ويروضوا جماحها ويهدئوا من ثورتها ، ولو وصلوا إلى ذلك لأنتجوا طاقة من الأيدروجين ، وأصبح للإنسان مصدر للطاقة لا ينفد ، لأن بهذا الكوكب بحاره ومحيطاته مقادير لا تنفد - إن الأيدروجين عنصر من عناصر الماء ...

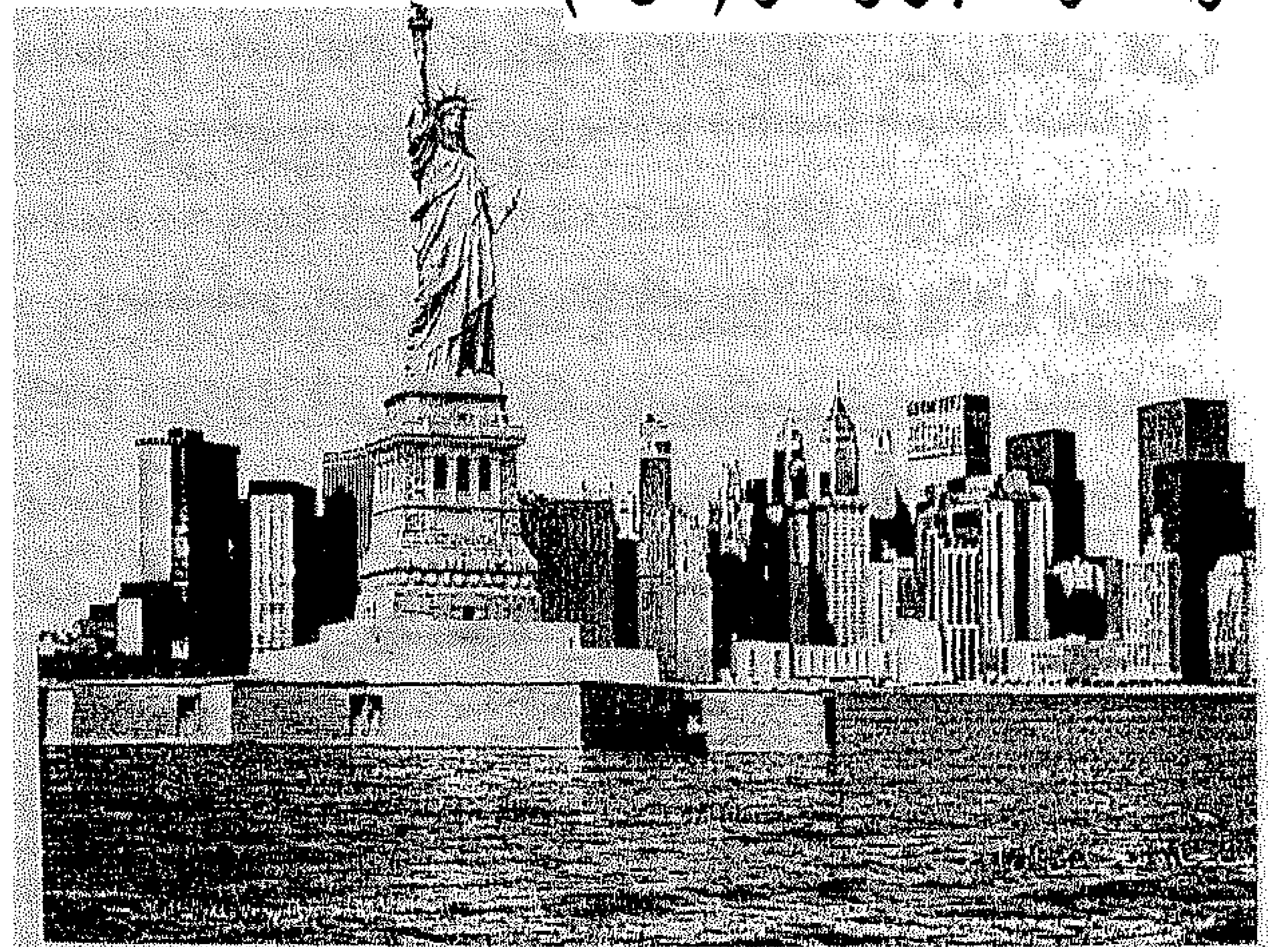
والخلاصة ، فلولا النار ما تقدم الإنسان ولا كانت مدنياته فى العصور القديمة ولا الحديثة. وسبحان الذى قال : { الذى جعل من الشجر الأخضر ناراً فإذا أنتم منه توقدون } ( يسن : ٨٠ )



شكل ١ - الذى جعل من الشجر الأخضر نارا فإذا أنتم منه توقدون

## الريف والحضر

المجتمعات العمرانية صنفان - زوجان - ريف وحضر - مدن وقرى ، وقبل هذا كانت هناك ثنائية أخرى هى البداوة والحضارة - بدو وحضر (شكل ٢) .



شكل ٢ - مدينه نيويورك

فى البداية ، ومنذ فجر التاريخ وقبل وجود المدينة ، وجد الكفر والهيكل والقريه ، وقبل القرية كانت الخيمة والكهف والمغارة ، وقبل كل ذلك كان الميل إلى الحياة الاجتماعيه ، كان الصيد وجمع الطعام ، وإلى أن تعلم الإنسان كيف يستخدم الدخان والملح فى حفظ اللحوم ، لم يكن هناك مندوحة من أن يوفر قوته يوماً بيوم ، وأن يلتزم جانب الحياة فى جماعات صغيره مستقلة متنقلة ، لا تعوقها أمتعة ثقيلة ولا يقيدها مسكن ثابت - حياة بدو .

ثم ظهرت القرى الصغيرة وظهرت كذلك أولى الحيوانات المنزلية ، تلك الحيوانات الحارسة والمدللة لدى أهل البيت ، كالخنزير والدجاج والبط والأوز والكلب ، وهو أقدم حيوان اتخذه الإنسان رفيقاً له .

ثم تبع ذلك مرحلة استقرار واستئناس صحب ذلك ، الانتظام وجمع وزراعة البذور المنتقاة من أنواع معينه من النباتات ، واستخدام الحيوانات التى تنتظم فى قطعان كالثيران والأغنام والحمير والإبل .

والقرى مهما كانت أغراضها لم تكن سوى مأوى مشترك للعناية بالأطفال وتغذيتهم ، وفيها أطالت المرأة مرحلة العناية بالأطفال واللهو الخالى من المسئوليه ، وكانت الحياة المستقرة تمتاز على مختلف أشكال الحياة فى جماعات صغيره متنقلة متفككة الروابط ، بأنها كانت تهيئ أقصى الوسائل الملائمة للتكاثر والتغذية والحماية .

وتكونت القرية فى أحواض الأنهار كنهر النيل ونهرى دجلة والفرات وسط الحقول والبساتين ، وكونت نوعاً من مراكز الاستقرار بوصفها مجتمعاً مستديماً يتكون من مجموعات من الأسر والجيران والطيور والحيوانات ومن البيوت وحفر التخزين ومخازن الغلال، وكان مدار الحياة اليومية الأكل والاتصالات الجنسية .

وصاحب ظهور القرية تطور جديد فى أساليب الصناعه ، كالآلات التى كان الأهالى يستخدمونها فى الصيد وقطع الأحجار والرمح والقوس والمطرقة والفأس والسكين .

وبمرور الزمن ظهرت المدينة على سطح الوجود ، وعندما بزغ فجر التاريخ - حوالى ٣٠٠٠ ق .م - كان نمو المدينة قد اكتمل بأحجام صغيره ، فإلى جانب الصياد والراعى والفلاح دخلت المدينة نماذج جديدة كقاطع الحجر والخشب وملاح القارب والسفينة والجندى والمصرفى والمهندس والتاجر ورجل الدين ، ومن كل هذه العناصر المعقده ، خلقت المدينة وحدة أرقى وأرفع من وحدة القريه ، وقد حقق هذا الخليط الحضرى الجديد زيادة هائلة فى قدرات الإنسان فى مختلف المجالات ، ذلك أن المدينة أنتجت فيضا من المخترعات والابتكارات ، كما شجعت على الإنتاج الزراعى .

واستغرقت مراحل تكوين المدينة آلاف السنين ، فإن زراعة الحبوب والمحراث وعجلة صانع الفخار والسفينة الشراعية والنساج اليدوى وتعدين النحاس والرياضيات البحتة والمشاهدات الفلكية الدقيقة وتقويم السنة والكتابة وغيرها من وسائل التعبير التي يمكن فهمها وتدوينها إلى الأبد ، كل ذلك ظهر في الوقت نفسه أى منذ حوالى ٣٠٠٠ سنة ق . م .

وسارت الحضارات منذ ذلك التاريخ على أساس ثنائية القرية والمدينة ، تقوم القرية بالزراعة لسد حاجة سكانها من الغذاء والكساء ، وما زاد عن حاجتها تستبدله بسلع من المدينة ، كان هناك توازن بين القرية والمدينة .

وبجانب هذه الثنائية كان هناك ثنائية الحضر والبدو – الحاضر والبادى – الحضارة والبداوه . وكانت تطلق كلمة الحاضر على المقيم فى المدن والقرى ، تطلق على المساكن والأبنية والضياع الموجودة فى المستقرات (المدن والقرى ) ، ومعنى البادى المقيم بالباديه ، فيقال فلان من البادية أو من أهل البادية أو من أهل الحاضرة .

والحاضرة هى المدن والقرى ، والريف فى معناه اللغوى ما قارب الماء من أرض العرب وغيرها ، وحيث يكون الحضر والمياه ، وحيث الزرع والخصب ، وفى المثل يقول كنا أهل ضرع ولم نكن أهل ريف ، ويقول الشاعر :

فمن تكن الحضارة أعجبته فأى رجال بادية ترانا

ويقول الشاعر أحمد شوقى :

حسن الحضارة مجلوب بتطرية وفى البداوة حسن غير مجلوب

والحضر فيه استقرار وفيه عمران ، ويصحب الاستقرار وكثرة العمران وضع النظم والاحتكاك والتجربة الطويلة التى تولد الثقافات ورقيات فى الأكل والشرب وفى الملبس والمسكن، وفى العلم والتعليم ، وفى الرقة وعدم الخشونه ، ولهذا كان لفظ الحضارة دالاً على التقدم ، وهذا هو المعروف فى اللغة العربيه .

أما المدنية فإنها اصطلاح يؤدى ما كان يؤدى إليه لفظ الحضارة ، إذ أن لفظ الحضارة يؤدى أكثر مما يؤديه مصطلح المدنية الآن ، فالعهود الحديثة – كما سبق تناوله – فرقت بين المدينة والقريه , فالمدينة البلد الكبير فى حجمه وعدد سكانه، والتى فيها الرقى والتثقيف ، والتى تكون مقراً للولاة والحكام، أما القرية فلا تصل إلى المستوى الراقى الذى تتجه إليه أذهاننا، وما زال وصفا قروى أو ريفى يدل على بعض الخشونة وبعض التأخر بالنسبة لوصف (مدنى) المنسوب إلى المدينه .

ثنائية المدن والقرى – والحضر والريف – والبداوة والحضارة قام عليها العمران منذ قديم الأزل .

## الأمن والعدوان

صاحب نشأة المدينة نوعان من التكافل متناقضان ، أحدهما إيجابى والآخر سلبى ، الإيجابى يتمثل فى الأمن والأمان وفى تعاون السكان فى الفيضانات وإصلاح أضرار العواصف الجوية والكوارث الطبيعية وتخزين المياه وإعادة تنسيق وتنظيم صفحة الأرض وإنشاء شبكة من القنوات المائية وملء المستودعات الحضرية بما توافر من الطاقات البشرية لاستخدامها فى مشروعات اجتماعية أخرى ، والنوع الآخر سلبى هو الحرب والعدوان والاستغلال والاستعباد والاسترقاق ، وفى أماكن كثيرة الدأب على الاتجاه نحو الموت .

ومنذ فجر التاريخ كان التنافس والنزاع والعنف والقتل العمد موجودا فى كل مجتمع ، ولكن بدرجات متفاوتة ، والحرب كالعلم حدث تاريخى مرتبط الحضارة ، وكان التطور التاريخى لنظام الحكم مصحوبا بتحول جماعى إلى عبادة القوة والحرب النظامية ، وباتساع القوة ازدادت القدرة على القتل ، وأصبح استعراض القوة المسلحة أهم صفات نظام الحكم الملكى، وبهذا أصبحت المدينة مركزا للقوة الغشوم ووعاءً للعنف المنظم .

وكان حرس القلعة أول جيش وأول قوة شرطة ، وتمادى حكام القلعة فيما بعد فيما كانوا يمارسونه من تطفل ، وقد ازدادوا تطرفا باطراد فى طلب الثروة والقوة المادية ، وبدلا من إخضاع مطالبهم لمقتضيات حقيقية الواقع وإشراك رفاقهم المواطنين فى المزيد من الخيرات التى كانوا يحتكرونها ، ضاعفوا من مطالبتهم إلى حد جاوز ما كان يمكن تحقيقه محليا.

وشجعت الحرب على نشر كثير من التنظيمات ، وبث الروح

العسكرية ، كما أفضت إلى تركز الزعامة الاجتماعية والقوة السياسية فى أيدى أقلية مدججة بالسلاح ، يحرضها كهنة يمارسون سلطات مقدسة ، ولديهم معلومات علمية سحرية .

وبتركيز الاهتمام على الحروب بوصفها أسمى رياضة للملوك كان يزداد باطراد مقدار ما يؤخذ من الموارد المادية الجديدة التى تجنيها المدينة ويوجه إلى صنع أسلحة جديدة ، وأصبحت كل مدينة مركزا للقوة الغشوم ، ولا تبالى بتلك الوسائل الإنسانية مثل وسائل التوفيق وتبادل التفاهم التى عملت المدينة على تشجيعها حين كانت فى ظروف أخرى .

وهكذا نرى أن شكل المدينة وتكوينها وحياة منظماتها قد تأثر إلى حد كبير منذ بداية التجمع الحضرى بأغراض الحرب التى لم تقم على أساس من العقل ، ونشأ نظام دقيق من التحصينات بالأسوار والمتاريس والأبراج والقنوات والخنادق ، وهو ما ظلت تتميز به المدينة التاريخية الكبرى حتى القرن الثامن عشر ، فيما خلا حالات خاصة معينة مثل ما حدث خلال عهد السلام أثناء الإمبراطورية الرومانية .

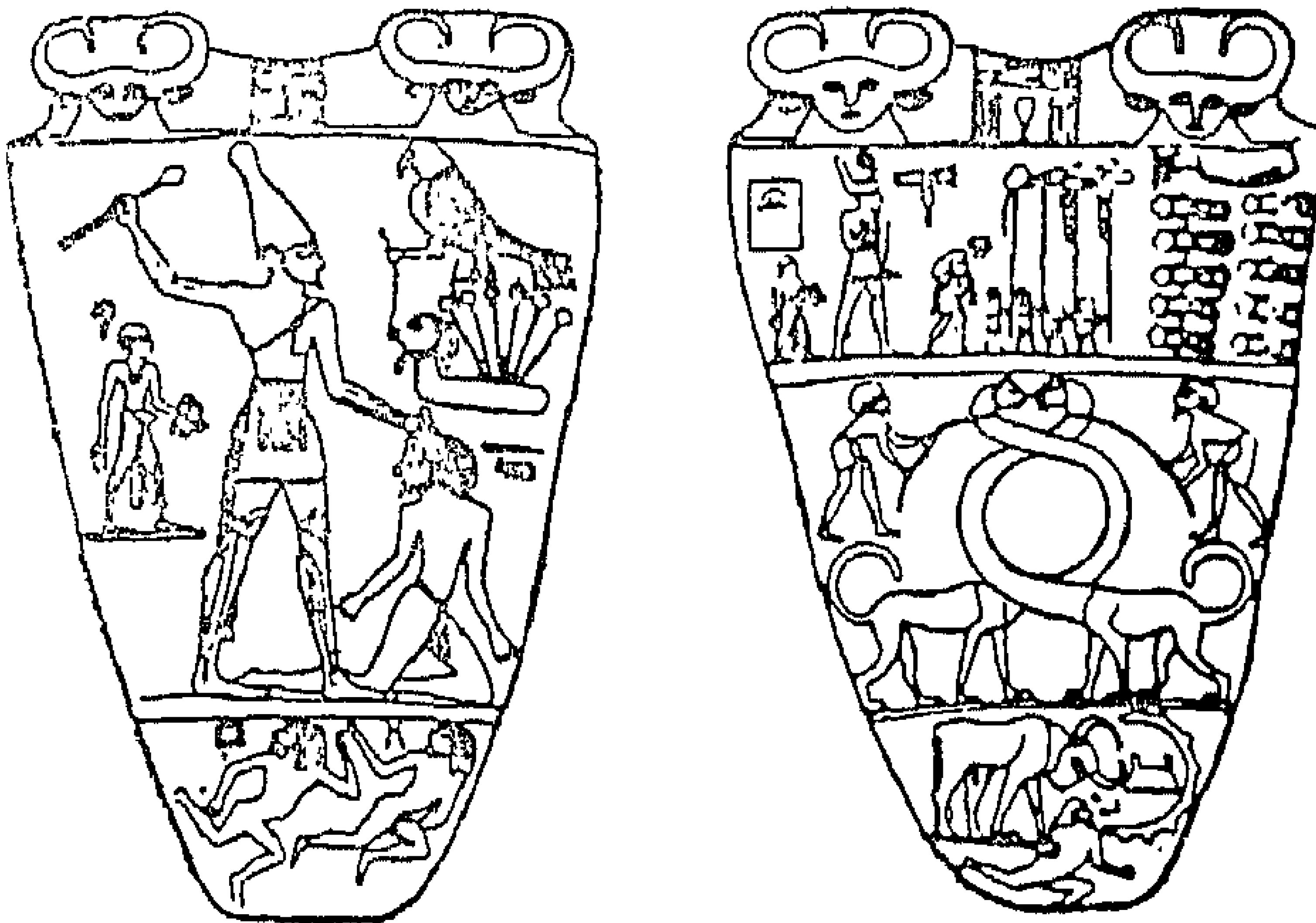
وكانت المدينة المحاطة بالأسوار إلى حد ما مظهرا للقلق والعدوان المتزايد ، فإنها حلت مكان صورة الهدوء والسلام الموجود فى الريف ، فالقرية وعاداتها وتقاليدها أكثر حبا للسلام ، وميلا للتعاون والتكافل .

ولاشك أن الحرب كانت سببا لوجود المدينة ، وهذا أمر مسلم به . وثروة المدينة وقوتها جعلتها هدفا طبيعيا ، ذلك أن وجود مدينة منتعشة تعيش فى رفاهية جعل للعدوان الجماعى هدفا مرئيا . حيث يتجمع فى المدينة أكوام الذهب والفضة والمجوهرات المكدسة فى القصور والمعابد ، ومخازن الغلال العامرة والسلع ، هذا بالإضافة إلى النساء .

وعندما أصبحت الحرب نظاما راسخا معروفا كان من الطبيعى أن تنتشر إلى ما وراء مراكزها الحضرية الأصلية، ذلك أن الشعوب البدائية التى كانت فيما مضى لها ميول سلمية غير عدوانية ، أخذت تقلد الوسائل الفنية الحديثة، وتزداد جرأتها فى استخدام الأسلحة الحديثة ، ولاسيما حينما بدأت الحملات الحضرية ترتكب من أعمال العدوان والسرقة والاسترقاق ، مما دفع الجماعات البدائية إلى الانتقام ، وهكذا نرى أنه فى كنف المدينة أصبح العدوان ووسائل العنف أمرا مألوفا.

وعند ما يتزايد سكان المدينة كان يتعين عليها الالتجاء إلى توسيع نطاق المساحة اللازمة لإنتاج القوت الضرورى - إما عن طريق توسيع مدى وسائل التموين والاعتماد على مجتمع آخر عن طريق التعاون والمقايضة والتجارة ، أو عن طريق فرض الجزية قسرا أو نزع الملكية أو الإبادة ، فكان على المدينة أن تقرر إما أن تلجأ إلى السلب والنهب ، أو التكافل - إما إلى الغزو أو التعاون ...! إن أسطورة القوة لا تعرف إلا جوابا واحدا .. !

وكان شأن ملوك مصر شأن أندادهم فى بلاد ما بن النهرين فى تسجيل مفاخرهم على ما خلفوه من معالم ولوحات بما حققوه شخصيا وبأيديهم من أعمال بارزة فى التمثيل بكبار أسراهم وتعذيبهم وقتلهم شكل (٣) ، وهكذا كانوا يحققون بأيديهم ما كان حكام أشد منهم مرضا بجنون العظمة ( مثل هتلر) يحققونه بأيدى عملائهم وتحت هذه الزعامة .



شكل ٣ - يوضح أحد وجهى اللوحة الملك نارمر وهو يغزو الدلتا وعلى رأسه تاج الجنوب ويؤدب خصمه ، والوجه الثانى يحتفل بانتصاره.

وأحيانا كان يعمد بعض الحكام القدامى إلى موازنة مفاخرهم العديدة بالغزو والإبادة بالإشادة إلى جهودهم فى سبيل العلم والعدالة . فعلى سبيل المثال كان حامورابى يعلن فى فخر ( لقد قضيت على الحرب وزدت من رخاء البلاد وجعلت الشعوب تنعم بالراحة ... وحرصت على ألا أترك لأحد سبيلا لاذهابها ... ) ، ولكن ما كادت تخرج هذه الكلمات من فمه حتى بدأت من جديد دورة من دورات التوسع والاستغلال والتدمير ، وطبقا للقواعد المفضلة التى كان الآلهة والملوك يبتغونها ، ولم يكن فى وسع أى مدينة أن تحقق اتساعها إلا بتدمير مدينة أخرى والقضاء عليها ، وهكذا أصبحت المدينة

من بداية أمرها وعاء لقوة داخلية مدمرة موجهة نحو التخريب والإبادة بلا انقطاع .

ويقول أفلاطون الفيلسوف الإغريقى – ما من شىء يبعث على رقى البشر اكثر من الحرب والاستعمار ، ويقول ممفورد المؤرخ الأمريكى – لقد فشل الإغريق فى تحويل رجال الأعمال الأجانب إلى مواطنين ، ولكن حولوا المواطنين الإغريق فى النهاية إلى ما هو أسوأ من رجال الأعمال الأجانب ( كان رجال الأعمال والتجار الأجانب لا يتمتعون بصفة المواطن الإغريقى). وكما يقول ممفور، كانت أثينا ديموقراطية وتعمل حثيثا على نشر الديموقراطية وتشجع على الحكم الديموقراطى ، إلا أنها اختارت لنفسها أن تقوم بدور الملك والحاكم بين المدن الأقل منها شأنا ، وهكذا فإن قاذورات ومساوئ الحضارة الباكرة من حرب واستغلال واسترقاق وإبادة شاملة ارتدت على أثينا .

أما روما وأحلام روما وعدالة روما وسلام روما فكلها قامت على استغلال وقمع وحشيين ، حيث كانت فتوحات روما عبارة عن سلب ونهب ، وكان نجاح روما فى فتوحات السلب والنهب هو الذى أوجد حياة التطفل وغذاها ، والتى أوجدت مهرجانات الإبادة .

وخلال الخمس أو الست آلاف سنة الماضية كانت توجد أجناس عدة تفوق غيرها وداعة وتعاونا ولين جانب وحبا للسلام ، على حين بقيت فى مراكز المدينة وازدهرت أنواع اكثر ميلا للعدوان والتقاتل ، وأصبحت المدينة جيشا قائما وضع على قدم الاستعداد ليلبى النداء كلما اقتضت الحاجة ذلك .

وبالنسبة للحضارة الحالية ، حضارة الثورة الصناعية ، لا يوجد دليل على استقرار الأمور ، فلقد كابدت هذه الحضارة خلال فترة قصيرة حربين عالميتين ، وبعثت من جديد أشد ضروب الوحشية والقهر والتعذيب والإبادة الشاملة .

ويتضح من هذا أن الحرب التى تعرض لها سكان هذا الكوكب ما خلى منها عهد من العهود ، والذى صنع هذه الحروب هو الإنسان نفسه . ولفترة قصيرة قبل انهيار النظام الشيوعى كانت هناك معسكرات وأحلاف تقف وجها لوجه ، وعلى رأسها أقطاب شر يهددون بحرب صواريخهم وأسلحتهم، ولو وقعت الكارثة لكان تدمير الإنسان ولأصبح كوكب الأرض بأسره غير صالح للحياة.

وفى وسط هذا الشر يسعى المؤمنون بالسلام والخير لكى يوقفوا طوفان الشر ، وهؤلاء هم أقطاب السلام ، ورسل محبة ووئام ، وهذا خير نشأ مع نشأة الإنسان على الأرض .

فالمدينة كما قال الفلاسفة فى الماضى جنة الله فى أرضه يعيش فيها الإنسان آمنا مطمئنا – فيها سحر وجاذبية وجمال تجذب الناس ، وفيها الاستقرار والآمان ، فالإنسان يميل بفطرته إلى الحياة الاجتماعية فيستقر فى تجمع عمرانى حيث الأمن والطمأنينة .

والحرب والسلام بينهما فرق شعره ، هى الموت والحياة لآلاف البشر ، دعوة الحرب واجبه وجائزة ولكن من بعد حساب ، قد تصبح الحرب ضرورة لا مفر منها ، ولكن لا تتسع لها البطولات الكاذبة التى لا يكون فيها عامل حاسم ، إلا العاطفة الرخيصة الهشه .

تدمير الحرب فى الوقت الحاضر نوعان ، ظاهر وباطن ، الظاهر هو هدم العمران والخراب والتدمير ، وغير الظاهر فيوجد فى التخلف فى كل مرفق من مرافق الحياة ، فى التعليم والصحة والصناعة والزراعة . فى الحرب العالمية الثانية كان الخراب شاملا والدمار كاملا ، وظهرت آخر وسيلة للدمار عندما فجرت أمريكا قنبلتها الذرية فى اليابان ، ولو وقعت كارثة أخرى ستفنى قارات بأكملها ، وقد تجعل كوكب الأرض غير صالح للحياة .

## المبنى والمعنى – الصورة والمعنى

يقول الله تعالى فى سورة الملك :

{ تبارك الذى بيده الملك الذى خلق الموت والحياة ... } (الملك ٢٠) ، والموت اسم معنى له صورة فى الخارج تدل عليه ، وهى السكون وعدم الحركة ، والحياة اسم معنى لها صورة فى الخارج تدل عليها ، وهى الحركة والنمو والتكاثر والتطور .

والأنشطة التى يباشرها الإنسان فى هذه الحياة تتعدد صورها فلكل نشاط صوره أو أكثر تدل عليه :

- فالعبادة نشاط (إسم معنى) وله صورة فى الخارج تدل عليه مثل المسجد أو الكنيسة .

- والتعليم نشاط (إسم معنى) وله صورة فى الخارج تدل عليه

مثل المدرسة أو الجامعة ..

- والطب نشاط (إسم معنى) وله صورة فى الخارج تدل عليه مثل المستشفى أو العيادة ..

- والسكن نشاط (إسم معنى) وله صورة فى الخارج تدل عليه مثل البيت أو العمارة ..

- والترفيه نشاط (إسم معنى) وله صورة فى الخارج تدل عليه مثل السينما أو الحديقة ..

- والنقل نشاط (إسم معنى) وله صورة فى الخارج تدل عليه مثل الطريق أو السيارة ..

- والزراعة نشاط (إسم معنى) وله صورة فى الخارج تدل عليه مثل الحقل أو المزرعة ..

- والصناعة نشاط (إسم معنى) وله صورة فى الخارج تدل عليه مثل المصنع أو الورشة ..

- والتجارة نشاط (إسم معنى) وله صورة فى الخارج تدل عليه مثل المتجر أو السوق ..

- والرياضة نشاط (إسم معنى) وله صورة فى الخارج تدل عليه مثل الملعب أو النادى ..

ولكل نشاط من هذه الأنشطة خبراء يقومون بالتخطيط له ، فهناك خبراء فى التعليم والطب والإسكان والترفيه والزراعة والصناعة والتجارة والرياضة ، وكلها أنشطة اجتماعية واقتصادية .

أما صور هذه الأنشطة : المسجد والكنيسة والمدرسة والجامعة والمستشفى والمصنع والسوق والملعب ... فلها خبراء متخصصون يصممون هذه المبانى (هذه الصور) ويخططون مواقعها حتى تؤدى وظائفها على الوجه الأكمل ، بمعنى آخر نخطط استعمالات الأرض للاستعمالات السكنية والتجارية والصناعية والترفيهية والخدمات ، فتخطط مواقع المصانع غير المضرة بالصحة أو المقلقة للراحة بجوار سكن العمال ، والمدرسة الابتدائية بجوار سكن التلاميذ ، ويقوم بهذا العمل خبراء فى مجال التخطيط العمرانى .

ويتضح من هذا أن تخطيط المدينة معنى وصورة - مادى ومعنوى :

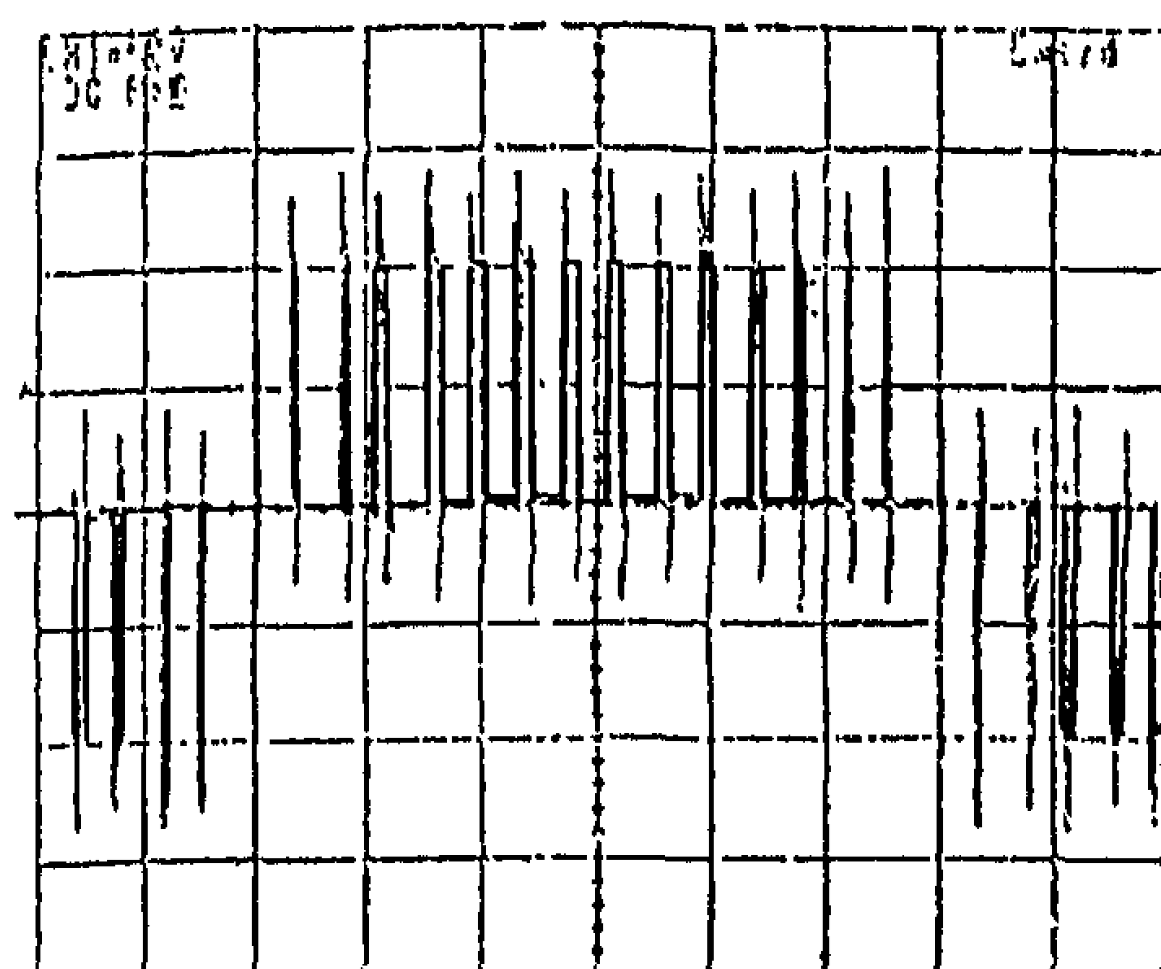
- تخطيط معنوى وهو تخطيط الأنشطة الاجتماعية والاقتصادية.

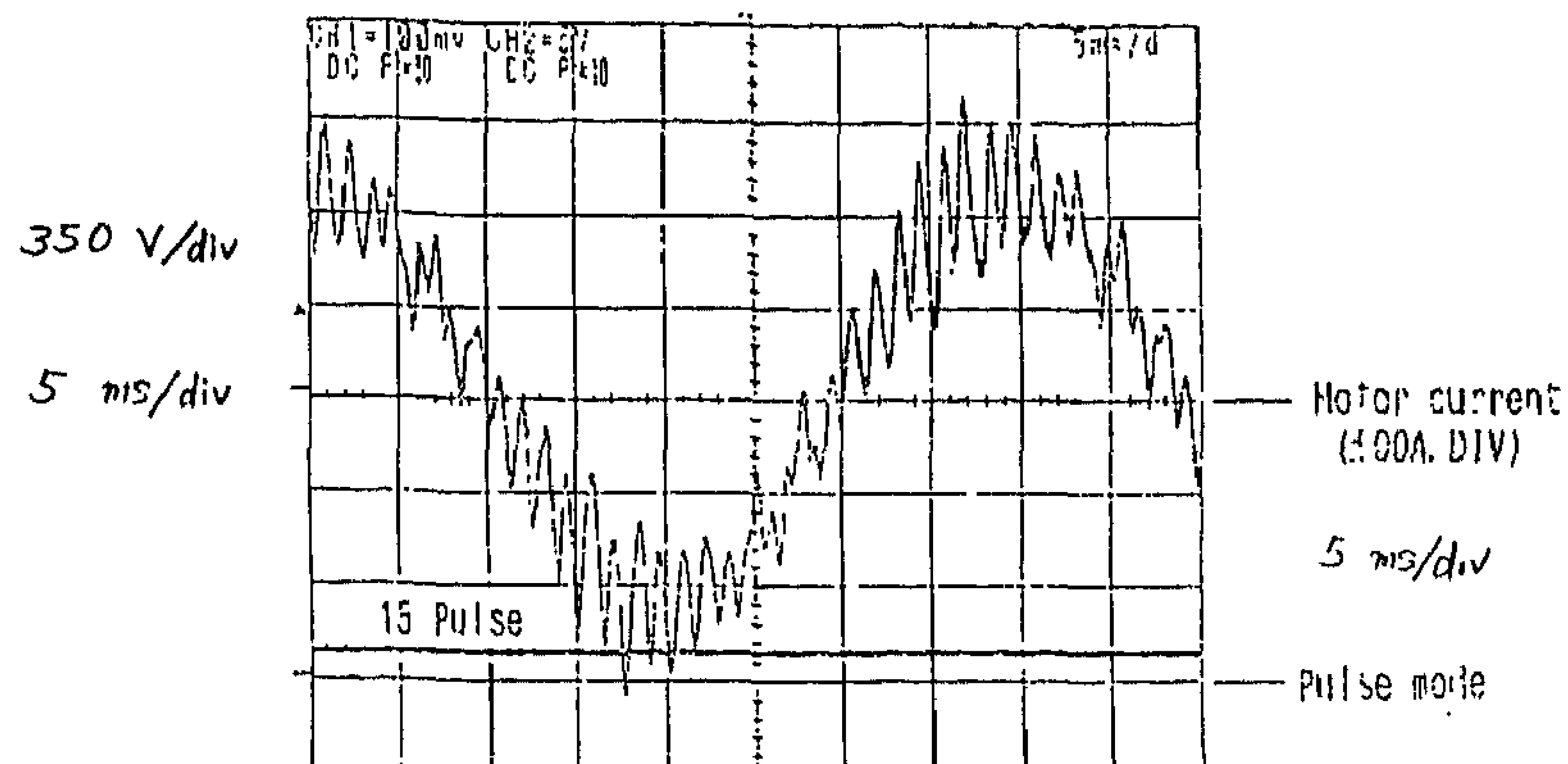
- تخطيط مادى (تخطيط الصورة) وهو تخطيط صورة هذه الأنشطة - أى تخطيط استعمالات الأرض لهذه الأنشطة .

فكما أن العمران معنى ومبنى ...

فإن الإنسان أيضا روح وجسد .

ويقول الله تعالى : { ويسألونك عن الروح قل الروح من أمر ربى } (الإسراء ٥٠)

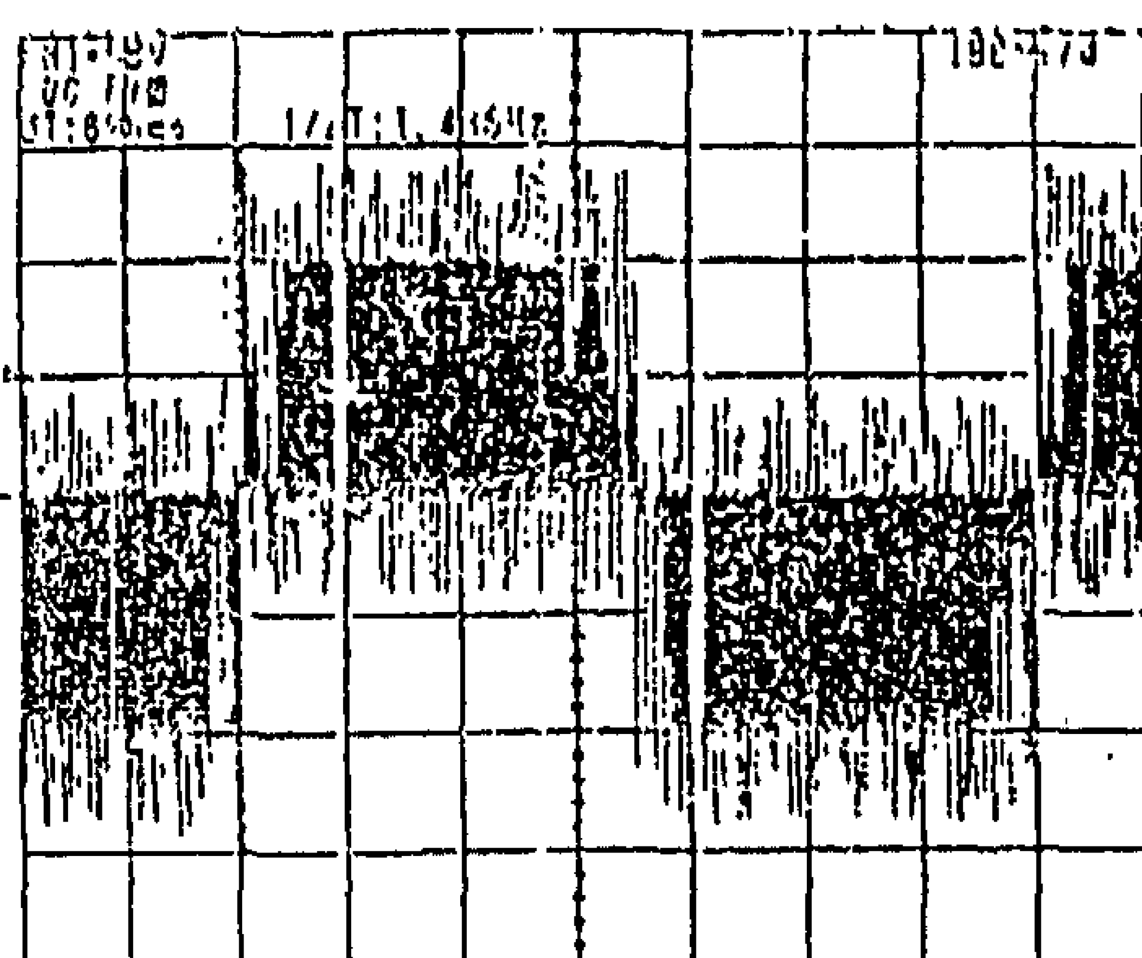


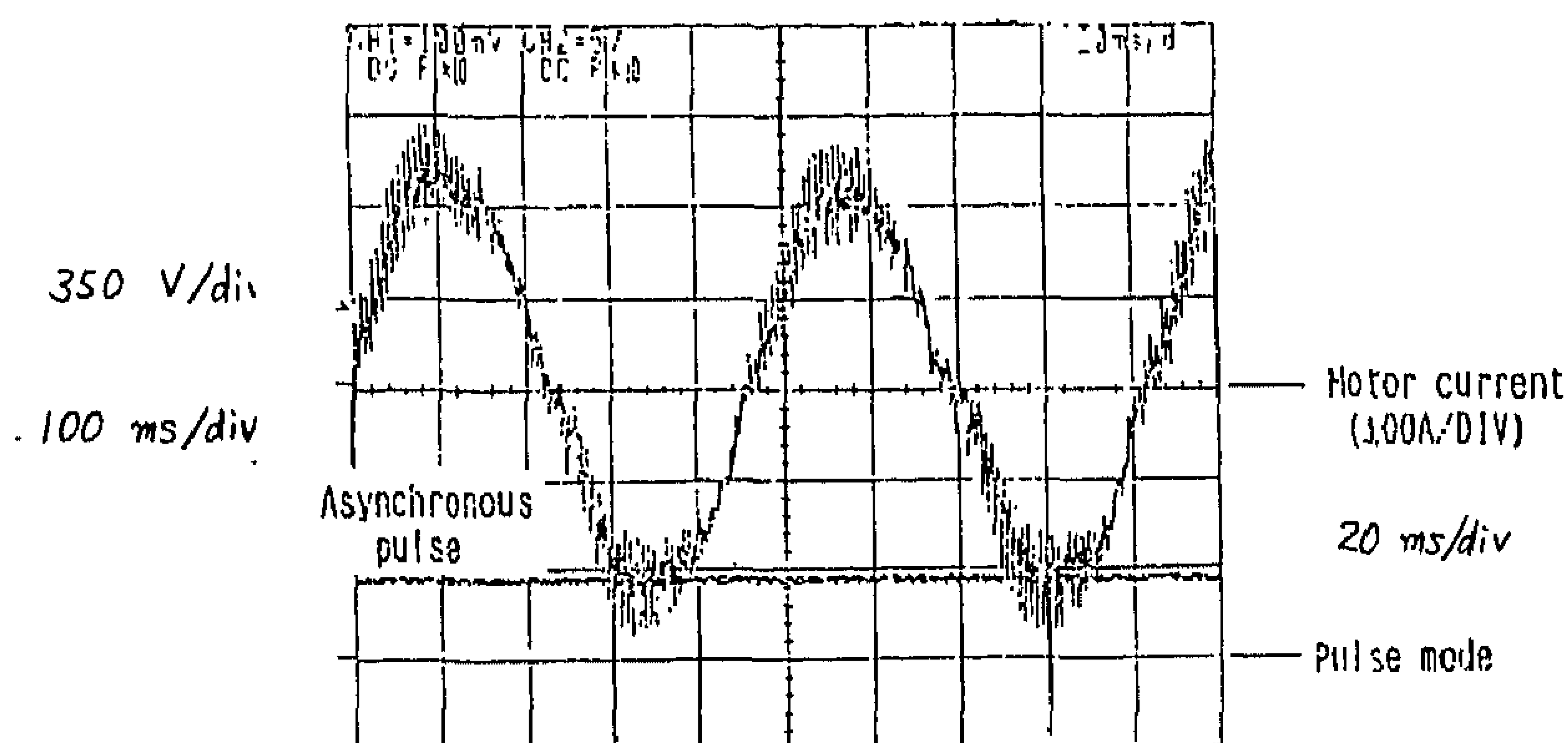



8-a Voltage waveform

8-b Current waveform

Fig. 8- The voltage and current waveforms under the " 15 Pulse Modulation Mode" [ Train speed (approx.): 7 ~ 19 km/h ]






9-a Voltage waveform

9-b Current waveform

Fig. 9- The voltage and current waveforms under the " Asynchronous Pulsation Mode" [ Train speed (approx.): 0 ~ 7 km/h ]

## *8. REFERENCES*


1. *Schutze T. Stranisch V, Lower Floor Trams with IGBT 3- Level Inverter, 5th European Conference on Power Electronics and Applications, Brishton (1993) Vol. 5, Page 92-96*

2. *T. Tadres, S. Salama - AEG Berlin; Th. Schultz - AEG Berlin, Three Level IGBT Inverter for Industrial Drives and Traction Applications, EPE Journal Volume 2 - June 1994, Pages 38-42*

3. *T. Tohama, T. Kikuchi, K. Ishii, 3 - Level IGBT Inverter Propulsion Control System, Japanese Railway Engineering No. 130, July 1995, Pages 10-13.*

## 6 . EXPERIMENTAL RESULTS

The system under study has the following characteristics:

- Rated voltage (d. c. link ) 750 Vdc (900 V - 500 V)
- Train composition (8 Car) 6M2T
  (M - Motor Car; T - Trailer Car)
- Maximum speed 80 kph
- Acceleration 0.9 m/sec$^2$
- Deceleration 1.1 m/sec$^2$
- Traction motor 115 kw, 550V, 156A, 2065 rpm, 1.7% slip, squirrel cage induction motor
- Rating of IGBT 900 V , 500 A

Figure (7) shows the oscillogram of the performance test in powering during the operation. Figures (8 and 9) show the output voltages and currents wave-forms of the digital inverter according to speed frequency.

## 7. CONCLUSION

In this paper a 3-level IGBT is discussed and explained. The advantages of compact power circuit, simple pulse pattern generation, and efficient protection for traction system are introduced. The digital control using this IGBT inverter used in a recent metro system is discussed. The application technology on this system will be a key in the future and will assist in developing more reliable, durable and comfortable mass- transit systems.

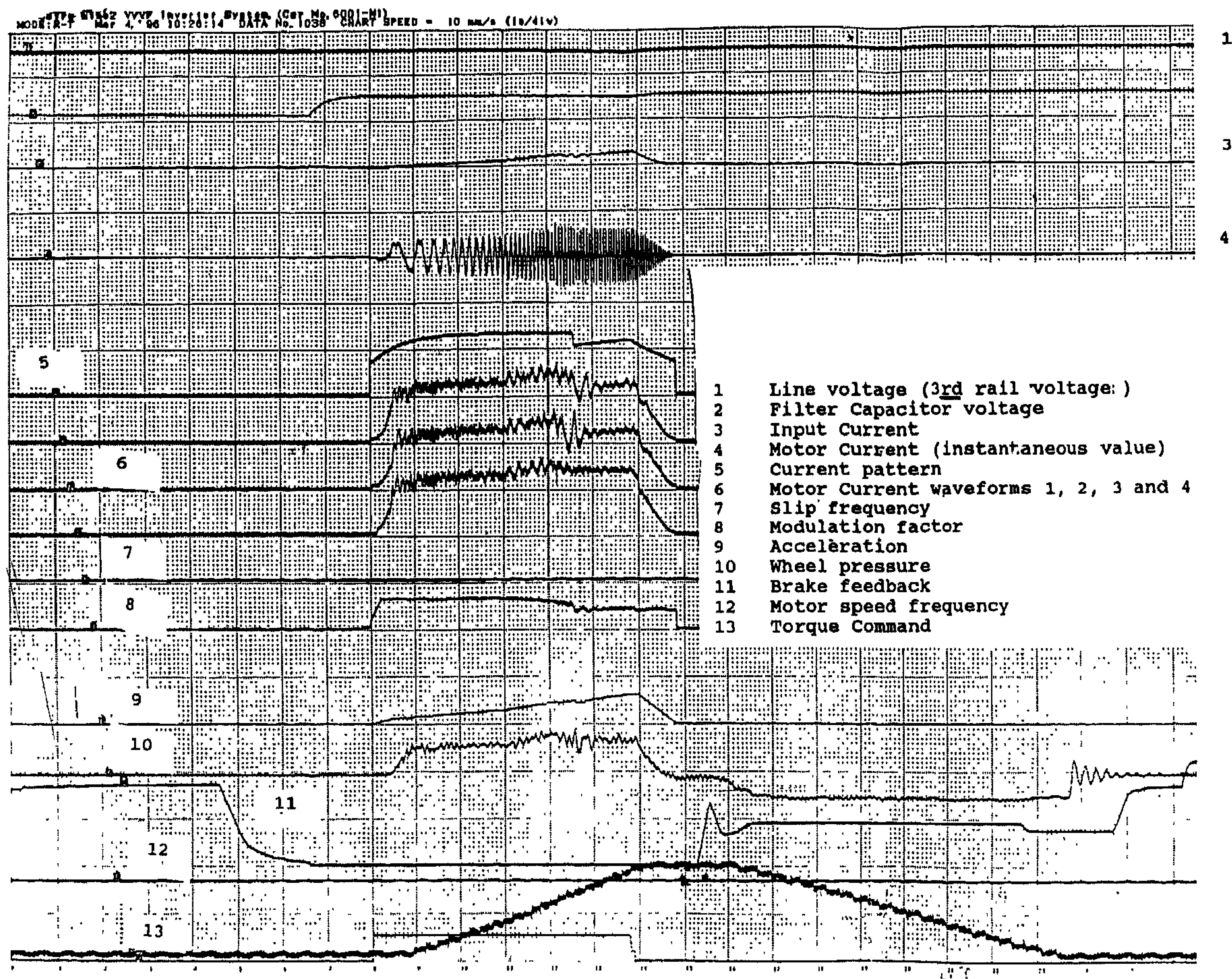



Fig. 7 - Characteristic performance of traction system.

voltage and flux is as follows:

$$T = k_1 \phi I \quad (1)$$

where

$$\phi = K_2 \,(V/f) \quad (2)$$

$$I = k_3 \,\phi \,.\, f_s \quad (3)$$

Therefore, by substituting from equation (2) and (3) in (1), then :

$$T == k_4 . \frac{(v)^2}{(f)} .f_s \quad (4)$$

The traction requirment is as followes:

**a- Constant torque (starting torque) i.e,**

$$= \frac{(V)}{(f)} , f_s$$

**b- Constant power**

$$\frac{V^2}{f} , f_s \text{ constant}$$

**c- Ordinary operation**

$$-\alpha \frac{1}{f}$$

$$= \frac{V^2}{f} , f_s \text{ constant}$$

$$-\alpha \frac{1}{f^2}$$

$$V^2 .f_s \text{ constant}$$

All these requirements can be obtained by using a digital inverter which is controlled from a micro computer located in the car.

The advantages of using this micro computer, enable the use from the control process with high degree of continuity and efficiency.

A constant sample frequency (vector frequency): Each sample is then approximated by a sequence of three switching state vectors that are defined by the corner of the sub-triangle in which V. is located.

The sequence of three adjacent switching state, comprising the sub-triangle in which V is located, is used to minimize the harmonic distortion of load current.

The high IGBT switching frequency allows the use of redundant switching states for the purpose of controlling the dc-link middle point potential.

Figure (6) shows the flow chart of traction requirements. The main program of the control system condition are all parameters which are related to traffic and traction processes. According to the choice of one specific operation, the program should give a command to the car computer to calculate the required traction requirements such as voltage, current amplitude and duration etc.

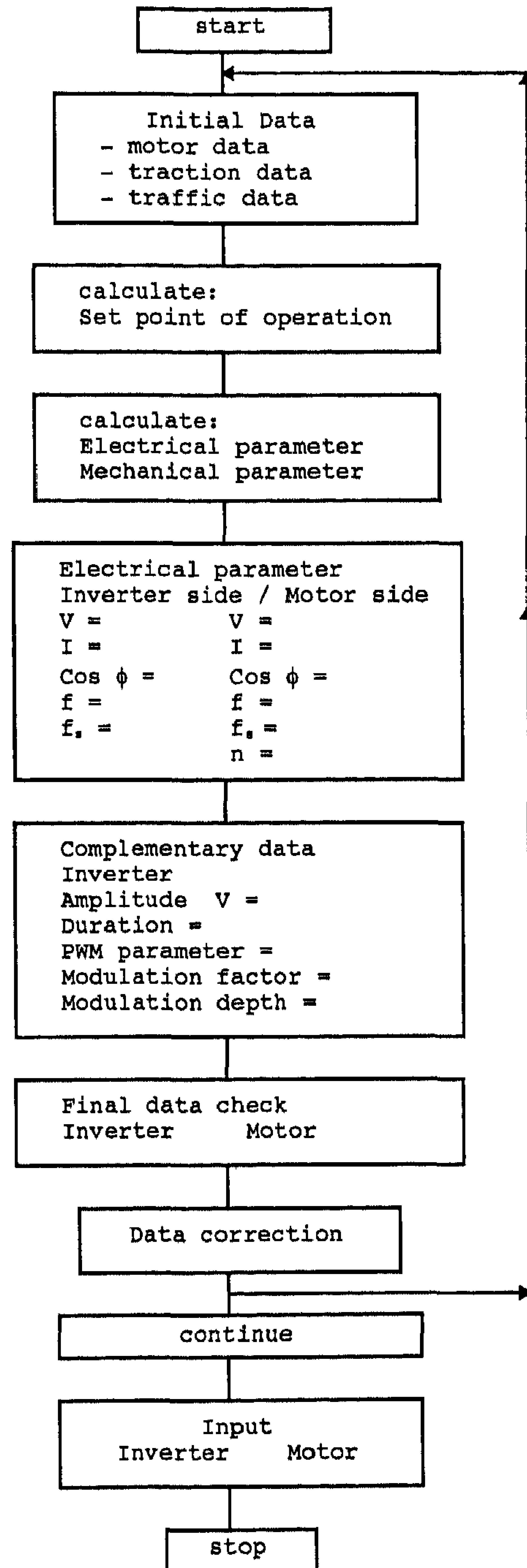
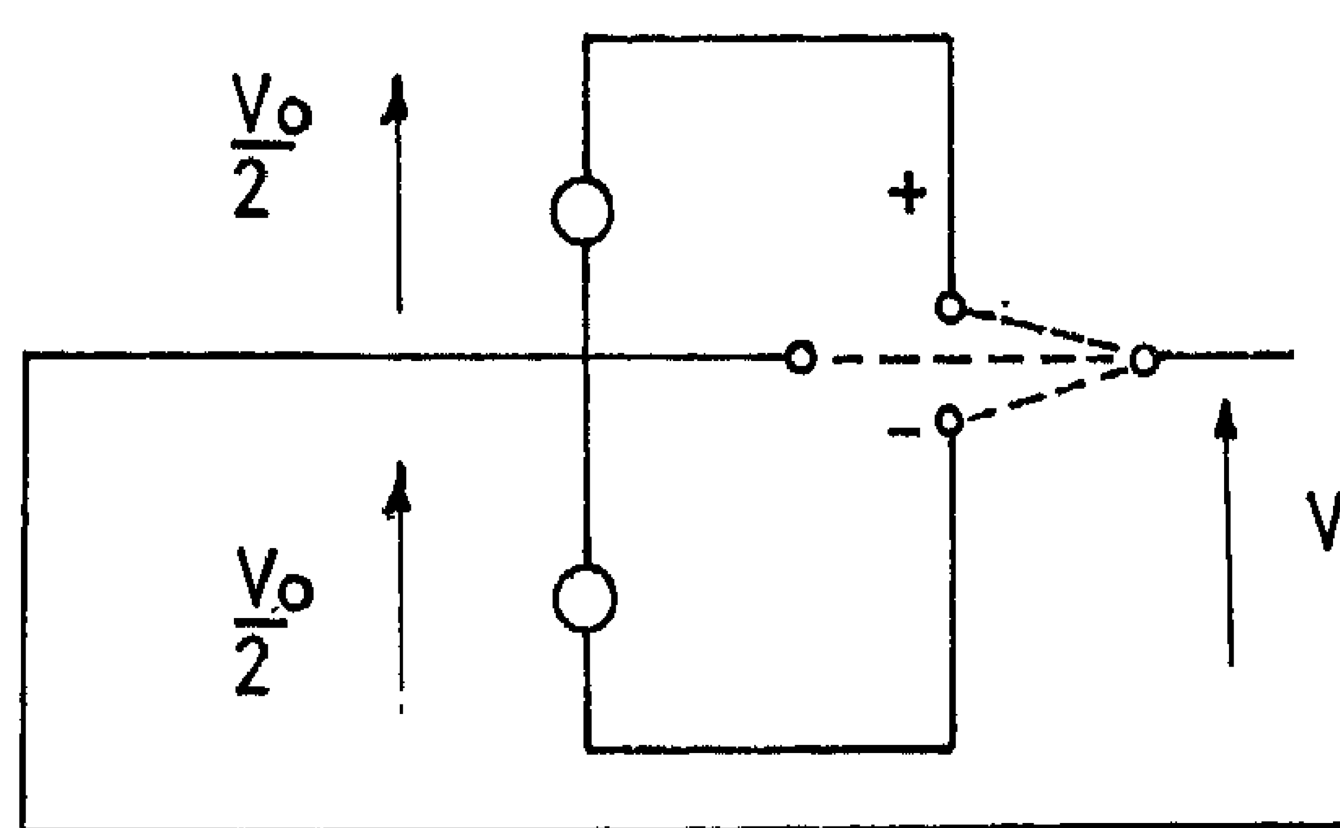
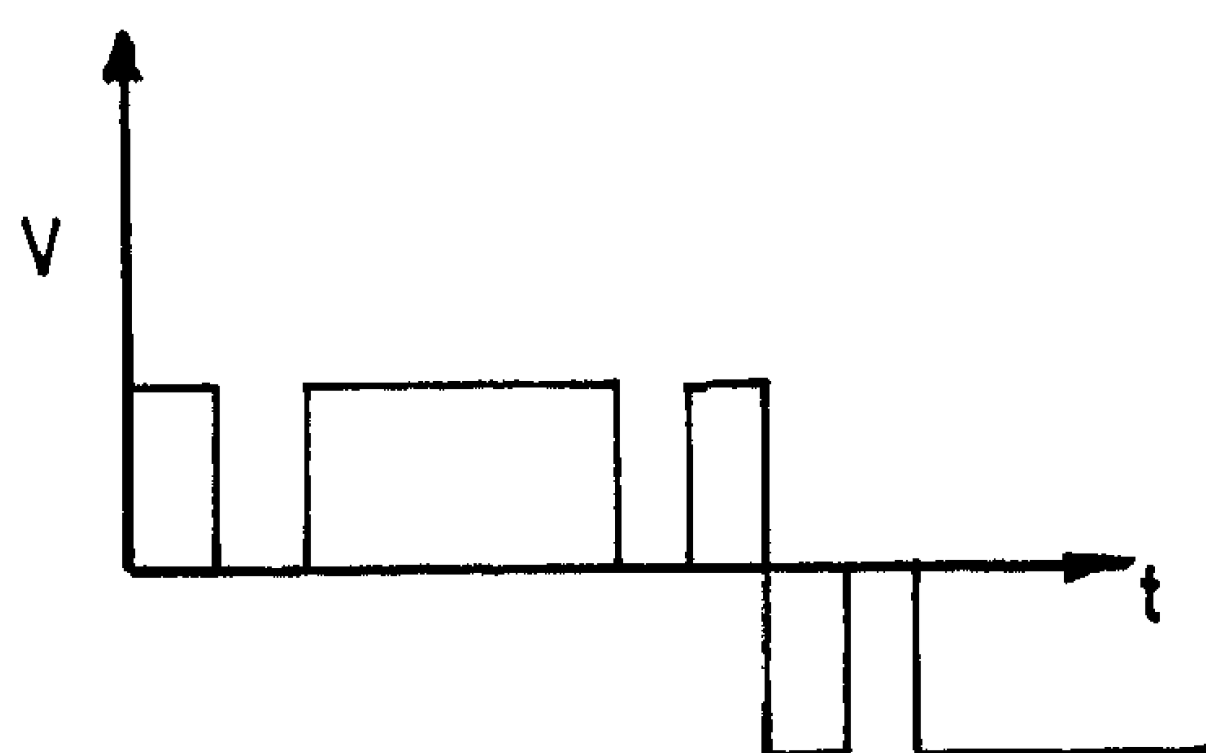



Fig. 6- Flow chart of the traction requirements (inverter outputs)




(a)
3 - level inverter




(b)
output voltage wave-form

Fig. 1- Inverter construction

Figure (2) shows the circuit diagram of a 3 - level inverter with IGBT device. Each leg consists of 4 IGBTs ($T_1$, $T_2$, $T_3$, and $T_4$) with 4 anti-parallel diodes ($D_1$, $D_2$, $D_3$, and $D_4$), and two clamping diodes ($DV_1$, and $DV_2$). The output voltage V can be switched to the positive dc voltage. So according to the sequence of clamping diodes On and IGBT anti-parallel diodes OFF, the sine wave can be obtained.

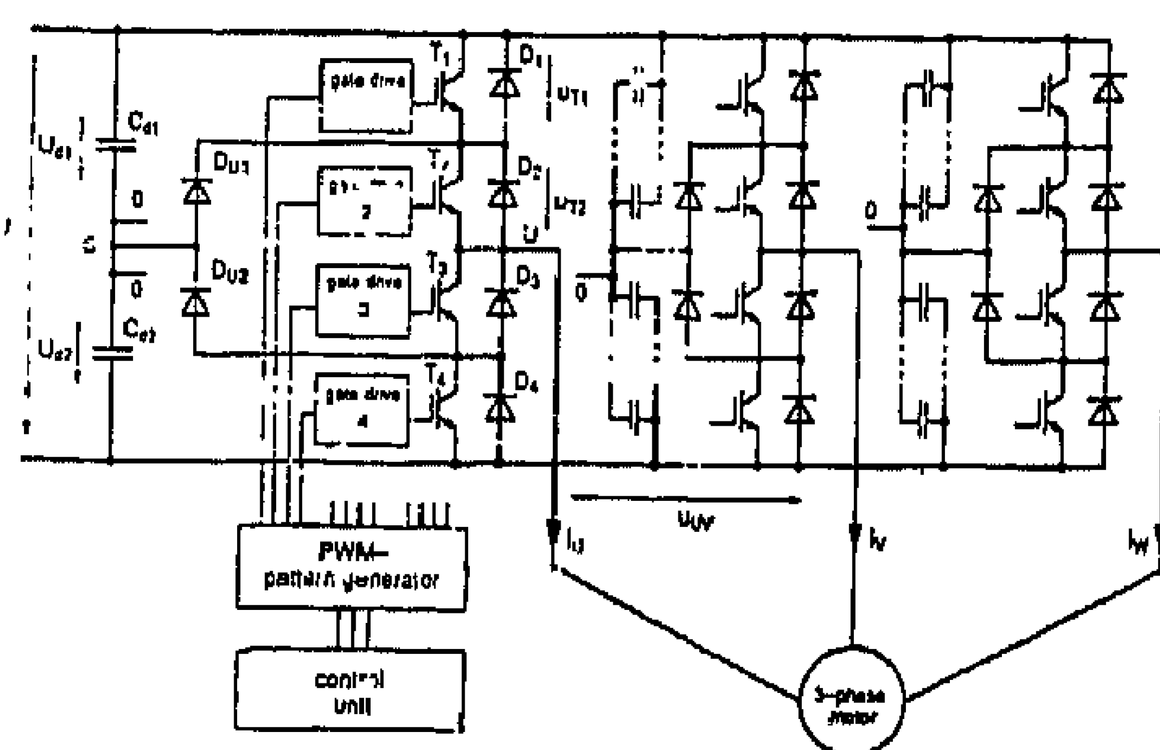



Fig. 2 - Circuit diagram of three level IGBT inverter

In the 3 -level inverter each output voltage of each phase has three kinds of voltage according to the ON/OFF condition. Therefore, there are ($3^3$) switching states. These states can be represented by space vectors and complex plane as shown in figure (3).

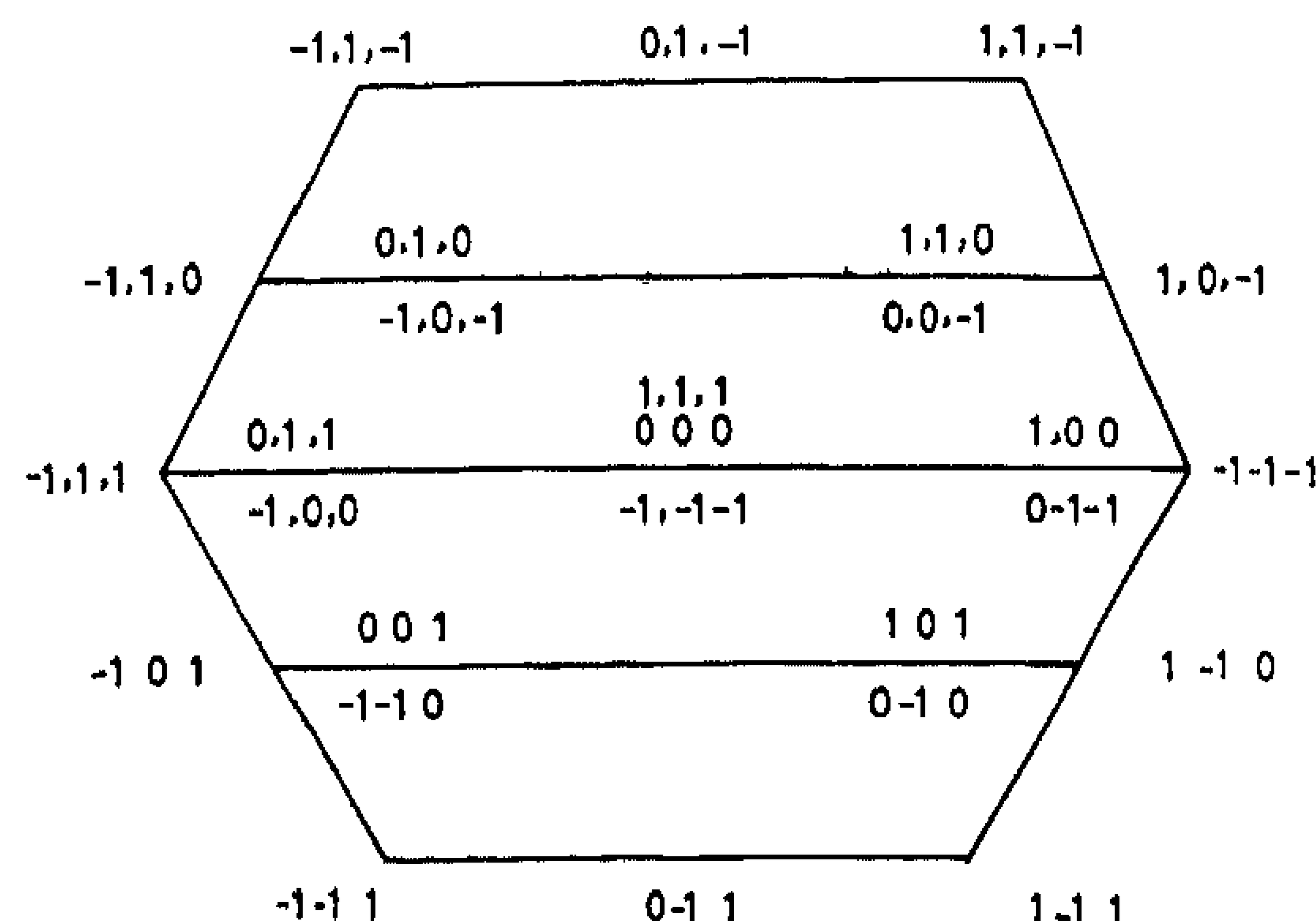



Fig. 3- Space vector representation

This asynchronous PWM modulation method is vector calculation with the above idea of space vector and makes the output current sine wave-form without increasing the switching number.

The pulse patterns can be obtained by sampling the desired voltage V.

## 5. TRACTION REQUIREMENT

The developed torque of an induction motor is changed with terminal voltage, slip and slip frequency as shown in figures 4 and 5.

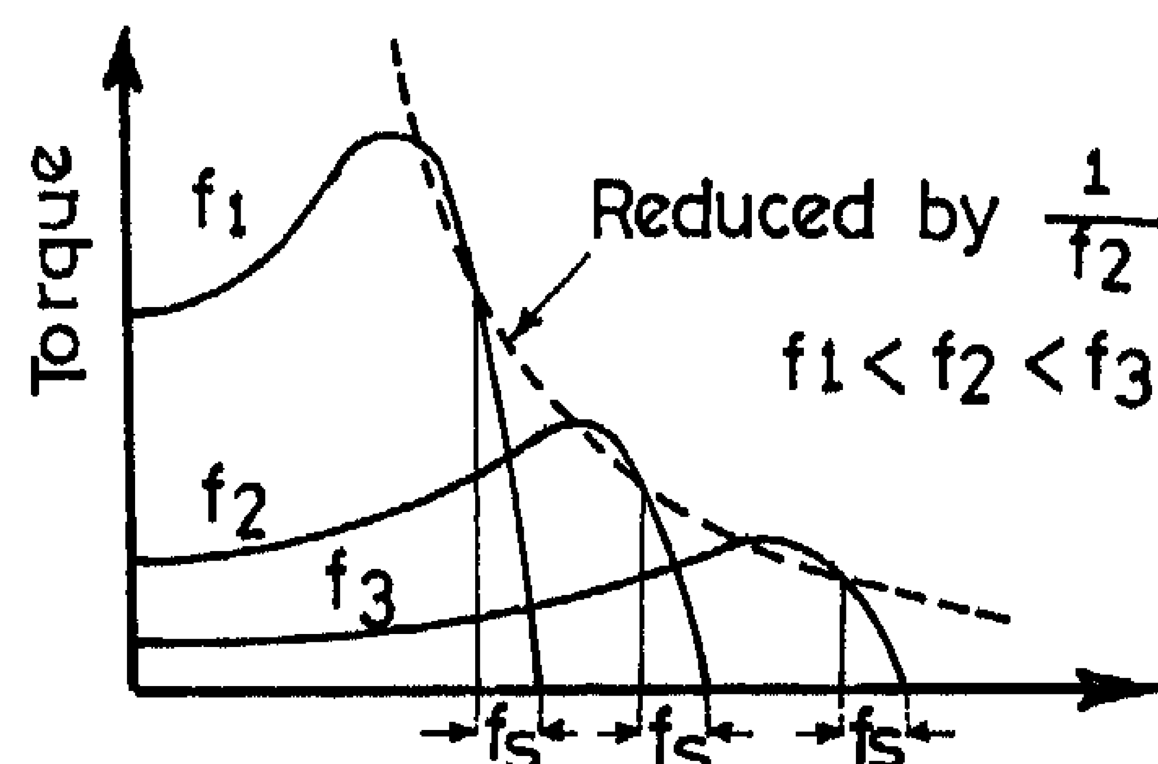



Fig. 4- Torque - Slip characteristics

So when frequency only is increased, the torque decreases by $1/f^2$

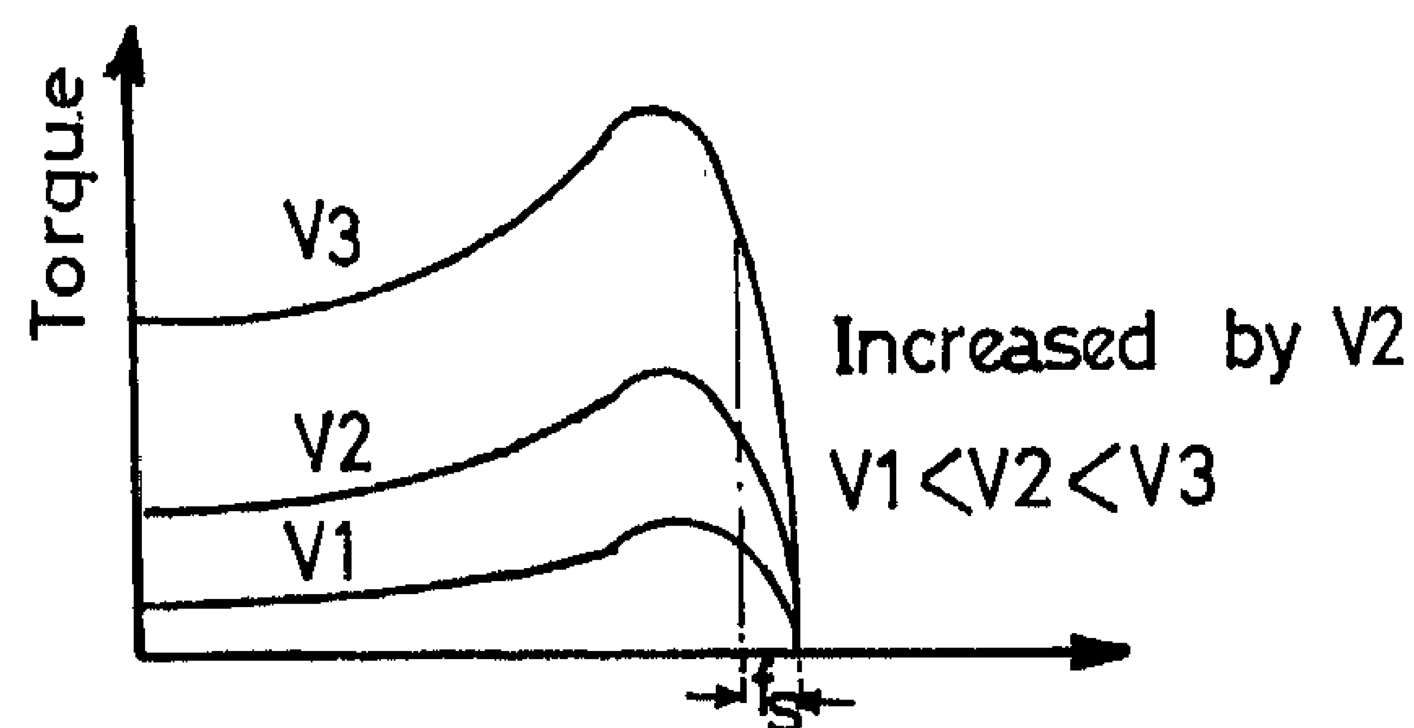



Fig (5) Torque - voltage characteristics

Also when voltage only is increased the torque increases in proportion to $V^2$ but the speed will not increase.

Then the relation between the torque and current,

# DIGITAL CONTROL FOR TRACTION SYSTEMS USING IGBT INVERTER

By
A. A. Heggo *

## ABSTRACT

The advantages of application of IGBTs in electrical traction and industrial processes, for low voltage motor drives are well known. Using PWM-inverters easily enables obtaining some advantages relating to the main functions, such as simple gate drive, short-circuit protection and high switching frequency [1]. Recently digital inverters which use 3-level IGBTs became widely used in mass transit systems [2]. In this paper the details regarding the design of power circuits and pulse generators for IGBT Inverters in Traction Systems are explained and discussed.

## 1. INTRODUCTION

The progress of propulsion control system is based upon the development of the higher power semi-conductors. In recent years, the Variable Voltage Variable frequency (VVVF inverter) control systems are applied to power transistors that are used generally in industrial and practical applications.

The main performance characteristics of IGBTs as follows :

- Reducing transient voltage.
- Taking advantages of flux cancelling .
- Controlling parasitic oscillations.
- Saving valuable space.
- Decreasing assembly costs.
- Increasing reliability.

Available high current IGBT devices have a blocking voltage which is limited to 1200 V and a related current of between 600 and 1200 amps. Such devices can be used n industrial processes and electrical traction with maximum dc link voltages up to 1000 V and related power between 150 and 250 KVA. In some series of IGBT the rated voltage may be increased to 1700 - 2000 V, rendering traction drives with 750 Vdc line voltage possible.

## 2. LIST OF SYMBOLS

| | | |
|---|---|---|
| V | Terminal voltage of the motor | Volt |
| I | Motor current | Amp |
| $\phi$ | Motor flux | Webber |
| F | Frequency of supply | Hz |
| $F_s$ | Slip frequency of the motor | Hz |
| T | developed torque | Nw.m |
| IGBT | Insulated gate bi-polar transistor | |
| PWM | pulse width modulation | |
| VVVF | variable voltage variable frequency | |

* National Authority for Tunnels

## 3 . IGBT APPLICATION

The main reasons of using IGBT in inverter circuits is as follows:

- It can generate the ideal sine wave-form current to induction motors and reduces the noise emitted from motors.
- The voltage on one of the device is half the power source voltage.
- lower order high harmonic current of motor current is reduced.
- Motor torque ripple is reduced.

Also the advantages of IGBT application in power circuits are as follows:

- Equipment can be smaller by high frequency.
- IGBT drive power is very small.
- IGBT has no limitation of di/dt (critical rate of rise of on state current), dv/dt ( critical rate of rise of on state voltage), in power circuits.

## 4 . PWM MODULATION METHOD

As shown in figure (1) the construction and wave-form of IGBT is presented. The output voltage $V_o$ is positive when the switch is in position $S_+$ and negative when it is the position $S_-$. The pole in a three level inverter can assume in addition a third state (zero state), with a switch in the neutral position $S_o$. The possible output voltage wave form when controlled with pulse width modulation are shown in figure (1) (a, b).

The control of this process can be achieved by using a micro computer which enables the change of amplitude and duration of the pulses. Consequently obtaining the variable amplitude and variable frequency with a higher degree of accuracy and efficiency.

Table 5 - Infra-red spectral absorption bands in cm$^4$ of the prepared hydraulic fluids and the commercial fluid

| Assignment | Hydraulic Fluids | | | | | | | | | | | | Commercial |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $A_1$ | $A_2$ | $A_3$ | $A_4$ | $A_5$ | $A_6$ | $A_7$ | $A_8$ | $A_9$ | $A_{10}$ | $A_{11}$ | $A_{12}$ | |
| $B(or)_3$ | 1340 | 1340 | 1340 | 1340 | 1340 | 1340 | 1340 | 1340 | 1340 | 1340 | 1340 | 1340 | 1340 |
| CH. Str. Vibr. for $CH_2$ and $CH_3$ | 2900 | 2900 | 2900 | 2900 | 2900 | 2900 | 2900 | 2900 | 2900 | 2900 | 2900 | 2900 | 2900 |
| $B(OH)_3$ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

## CONCLUSION

The prepared hydraulic fluids are especially desirable because they have a low water-sensitivity and also have a desired viscosity-temperature relationship. These properties make such fluids particularly suitable because they can satisfactorily perform at low winter temperatures where the viscosity requirements are stringent and also can be used in warm weather climates and under heavy duty conditions particularly because of their high boiling point and low sensitivity to water. Additionally the fluids are essentially odorless and possess a high degree of compatibility with other fluids.

## *REFERENCES*


*1- Sawyer et al. U.S. Pat., 3, 711, 410 , 1 (1973)*

*2- Sato et al. U.S. Pat., 3, 972, 822 , 8 (1976)*

*3- Sato et al. U.S. Pat., 4, 116, 840, 9 (1978)*

*4- Sato et al. U.S. Pat., 4, 173, 542 , Nov. 6 (1979)*

*5- Knoblauch et al. U.S. Pat., 4, 371, 448, Feb. 1 ( 1983).*

*6- Zaskal KO, P. P.; Mel'nikova, A. V.; " Chemistry and Technology of Fuels and Oils" . V. 10, N. 3-4, P. 307-309, Mars.-April (1974)*

*7- Sawyer et al. U.S. Pat., 3, 711, 412 , Jan. 16 (1973)*

*8- Tanizaki et al. U.S. Pat., 4, 298, 488 , Nov. 3 (1981)*

*9- El-Houssamy S. F.; " Studies on Different Hydraulic Brake Fluids", Mansoura Science Bulletin 1- (1992)*

*10- Motor Vehicle Brake Fluid-SAE J 1703 f (1977)*

*11- Federal Motor Vehicle Safety Standard 116-June (1971)*

*12- ASTM-Standards, Parts 17 and 18, American Society for Testing Materials, Philadelphia (1967)*

Table 3 - Properties of hydraulic fluid of example III

| Test | Specifications | | | | Test Result | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | DOT 3 | DOT 4 | DOT 5 | SAEJ 1703 | Commercials | $A_7$ | $A_8$ | $A_9$ |
| **Reflux boiling point*** (dry) °C | min. 205 | min. 230 | min. 260 | min. 205 | 267 275 | 320 | 335 | 330 |
| **Reflux boiling point*** (wet) °C | min. 140 | min. 155 | min. 180 | min. 140 | 149 185 | 282 | 290 | 286 |
| **Viscosity. cSt**** | | | | | | | | |
| at - 40 °C | max. 1500 | max. 1500 | max. 900 | max. 1800 | 1353 120 | 450 | 500 | 475 |
| - 20 | | | | | 55 | 220 | 250 | 240 |
| 0 | | | | | 42 | 100 | 120 | 110 |
| 10 | | | | | 25.7 | 72.8 | 80 | 75 |
| 20 | | | | | 18.5 | 49 | 55 | 51 |
| 40 | | | | | 9.4 | 22.9 | 26.8 | 24 |
| 60 | | | | | 5.6 | 10.5 | 13 | 11.5 |
| 80 | | | | | 3.4 | 5.1 | 5.5 | 5.3 |
| 100 °C | min. 1.5 | min. 1.5 | min. 1.5 | min. 15 | 2.5 2.3 | 2.3 | 2.6 | 2.3 |
| **pH value***** | 7-11.5 | 7-11.5 | 7-11.5 | 7-11.5 | 9.3 8.0 | 8 | 8 | 8 |
| **Fluid stability**[10] Heat stability (boiling point change) | 3.0 °C | 3.0 °C | 3.0 °C | 3.0 °C | -1 °C | none | none | none |
| **Evaporation test** [10] % weight loss | max. 80 | max. 80 | max. 80 | max. 80 | 21 | none | none | none |
| **Fluidity and appearance** [10] | clearly discernible | | | | | | | |
| a) -20 °C 7 days | | | | | clear | clear | clear | clear |
| b) Stratification or sedimentation | none | none | none | none | none | none | none | none |
| c) Air bubble travel time (sec) | max. 10 | max. 10 | max. 10 | max. 35. | 1 sec | half sec | half sec | half sec |

* ASTM D 1120 ** ASTM D 445 ***ASTM D 664

Table 4 - Properties of hydraulic fluid of example IV

| Test | Specifications | | | | Test Result | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | DOT 3 | DOT 4 | DOT 5 | SAEJ 1703 | Commercials | $A_{10}$ | $A_{11}$ | $A_{12}$ |
| **Reflux boiling point*** (dry) °C | min. 205 | min. 230 | min. 260 | min. 205 | 267 275 | 325 | 328 | 332 |
| **Reflux boiling point*** (wet) °C | min. 140 | min. 155 | min. 180 | min. 140 | 149 185 | 275 | 280 | 288 |
| **Viscosity. cSt**** | | | | | | | | |
| at - 40 °C | max. 1500 | max. 1500 | max. 900 | max. 1800 | 1353 120 | 197 | 380 | 475 |
| - 20 | | | | | 55 | 100 | 181 | 236.7 |
| 0 | | | | | 42 | 50 | 90 | 110 |
| 10 | | | | | 25.7 | 37 | 62.5 | 75.9 |
| 20 | | | | | 18.5 | 27 | 42.6 | 51.7 |
| 40 | | | | | 9.4 | 14 | 20 | 24.6 |
| 60 | | | | | 5.6 | 7 | 10.3 | 11.7 |
| 80 | | | | | 3.4 | 4 | 4.6 | 5.2 |
| 100 °C | min. 1.5 | min. 1.5 | min. 1.5 | min. 15 | 2.5 2.3 | 2 | 2.3 | 2.4 |
| **pH value***** | 7-11.5 | 7-11.5 | 7-11.5 | 7-11.5 | 9.3 8.0 | 8 | 8 | 8 |
| **Fluid stability**[10] Heat stability (boiling point change) | 3.0 °C | 3.0 °C | 3.0 °C | 3.0 °C | -1 °C | none | none | none |
| **Evaporation test** [10] % weight loss | max. 80 | max. 80 | max. 80 | max. 80 | 21 | none | none | none |
| **Fluidity and appearance** [10] | clearly discernible | | | | | | | |
| a) -20 °C 7 days | | | | | clear | clear | clear | clear |
| b) Stratification or sedimentation | none | none | none | none | none | none | none | none |
| c) Air bubble travel time (sec) | max. 10 | max. 10 | max. 10 | max. 35. | 1 sec | 1 sec | 1 sec | 1 sec |

* ASTM D 1120 ** ASTM D 445 ***ASTM D 664

viscosities (40 - 100 °C) (Tables 1-4) showed predetermined range under wide variations of temperature conditions. All the properties of the prepared hydraulic fluids showed values nearer to the limitation of the specifications [10,11].

The infra-red spectra, both for the prepared fluids and the commercial one showed a common characteristic absorption bands, Table (5). This indicates the compatibility between the prepared and the commerical hydraulic fluids.

Table 1- Properties of hydraulic fluid of example I

| Test | Specifications | | | | Test Result | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | DOT 3 | DOT 4 | DOT 5 | SAEJ 1703 | Commercials | $A_1$ | $A_2$ | $A_3$ |
| **Reflux boiling point*** (dry) °C | min. 205 | min. 230 | min. 260 | min. 205 | 267 275 | 315 | 330 | 324 |
| **Reflux boiling point*** (wet) °C | min. 140 | min. 155 | min. 180 | min. 140 | 149 185 | 270 | 280 | 275 |
| **Viscosity. cSt**** | | | | | | | | |
| at - 40 °C | max. 1500 | max. 1500 | max. 900 | max. 1800 | 1353 120 | 170 | 220 | 200 |
| - 20 | | | | | 55 | 90 | 110 | 100 |
| 0 | | | | | 42 | 45 | 55 | 50 |
| 10 | | | | | 25.7 | 17.5 | 20 | 19 |
| 20 | | | | | 18.5 | 24 | 30 | 26 |
| 40 | | | | | 9.4 | 13 | 15 | 14 |
| 60 | | | | | 5.6 | 6.5 | 7.5 | 7 |
| 80 | | | | | 3.4 | 3.6 | 4.8 | 3.6 |
| 100 °C | min. 1.5 | min. 1.5 | min. 1.5 | min. 15 | 2.5 2.3 | 2 | 2.0 | 1.9 |
| **pH value***** | 7-11.5 | 7-11.5 | 7-11.5 | 7-11.5 | 9.3 8.0 | 7 | 7 | 7 |
| **Fluid stability**[10] Heat stability (boiling point change) | 3.0 °C | 3.0 °C | 3.0 °C | 3.0 °C | -1 °C | none | none | none |
| **Evaporation test** [10] % weight loss | max. 80 | max. 80 | max. 80 | max. 80 | 21 | none | none | none |
| **Fluidity and appearance** [10] | clearly discernible | | | | | | | |
| a) -20 °C 7 days | | | | | clear | clear | clear | clear |
| b) Stratification or sedimentation | none | none | none | none | none | none | none | none |
| c) Air bubble travel time (sec) | max. 10 | max. 10 | max. 10 | max. 35. | 1 sec | less than half sec | | |

Table 2- Properties of hydraulic fluid of example II

| Test | Specifications | | | | Test Result | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | DOT 3 | DOT 4 | DOT 5 | SAEJ 1703 | Commercials | $A_4$ | $A_5$ | $A_6$ |
| **Reflux boiling point*** (dry) °C | min. 205 | min. 230 | min. 260 | min. 205 | 267 275 | 318 | 332 | 328 |
| **Reflux boiling point*** (wet) °C | min. 140 | min. 155 | min. 180 | min. 140 | 149 185 | 272 | 286 | 280 |
| **Viscosity. cSt**** | | | | | | | | |
| at - 40 °C | max. 1500 | max. 1500 | max. 900 | max. 1800 | 1353 120 | 360 | 400 | 380 |
| -20 | | | | | 55 | 174 | 190 | 180 |
| 0 | | | | | 42 | 85 | 95 | 90 |
| 10 | | | | | 25.7 | 60 | 65 | 62.5 |
| 20 | | | | | 18.5 | 40 | 45 | 43 |
| 40 | | | | | 9.4 | 20.3 | 21.9 | 20.8 |
| 60 | | | | | 5.6 | 9.17 | 11.1 | 10 |
| 80 | | | | | 3.4 | 4.5 | 5 | 4.8 |
| 100 °C | min. 1.5 | min. 1.5 | min. 1.5 | min. 15 | 2.5 2.3 | 2.2 | 2.4 | 2.3 |
| **pH value***** | 7-11.5 | 7-11.5 | 7-11.5 | 7-11.5 | 9.3 8.0 | 7.5 | 7.5 | 7.5 |
| **Fluid stability**[10] Heat stability (boiling point change) | 3.0 °C | 3.0 °C | 3.0 °C | 3.0 °C | -1 °C | none | none | none |
| **Evaporation test** [10] % weight loss | max. 80 | max. 80 | max. 80 | max. 80 | 21 | none | none | none |
| **Fluidity and appearance** [10] | clearly discernible | | | | | | | |
| a) -20 °C 7 days | | | | | clear | clear | clear | clear |
| b) Stratification or sedimentation | none | none | none | none | none | none | none | none |
| c) Air bubble travel time (sec) | max. 10 | max. 10 | max. 10 | max. 35. | 1 sec | half sec | half sec | half sec |

* ASTM D 1120 ** ASTM D 445 ***ASTM D 664

The following examples illustrate various embodiments of this work:

### Example I

Hydraulic fluids were prepared having the following compositions:

| Components | Precent by weight | | |
|---|---|---|---|
| Borate Ester (-) | $A_1$ | $A_2$ | $A_3$ |
| Type ( $A_1/A_2/A_3$ ) | 44.00 | 44.00 | 44.00 |
| Butoxymonoether of diethylene glycol | 44.00 | 44.00 | 44.00 |
| Polyethylene glycol M. W. 300 | 10.00 | 10.00 | 10.00 |
| Diethanolamine | 1.90 | 1.90 | 1.90 |
| Phenothiazine | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| Sodium nitrite | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| | 100 | 100 | 100 |

(-) ($A_1$) bis-borate ester of diethylene glycol monomethyl ether
($A_2$) bis-borate ester of triethylene glycol monomethyl ether
($A_3$) bis-borate ester of butoxymonoether of diethylene glycol

### Example II

Hydraulic fluids were prepared having the following compositions:

| Components | Precent by weight | | |
|---|---|---|---|
| Borate Ester (-) | $A_4$ | $A_5$ | $A_6$ |
| Type ( $A_4/A_5/A_6$ ) | 45.97 | 45.97 | 45.97 |
| Butoxymonoether of diethylene glycol | 47.43 | 47.43 | 47.43 |
| Polyethylene glycol M. W. 300 | 4.00 | 4.00 | 4.00 |
| Diethanolamine | 2.50 | 2.50 | 2.50 |
| Phenothiazine | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| Sodium nitrite | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| | 100 | 100 | 100 |

(-) ($A_4$) Triborate ester of diethylene glycol monomethyl ether
($A_5$) Triborate ester of triethylene glycol monomethyl ether
($A_6$) Triborate ester of butoxymonoether of diethylene glycol

### Example III

Hydraulic fluids were prepared having the following compositions:

| Components | Precent by weight | | |
|---|---|---|---|
| Borate Ester (-) | $A_7$ | $A_8$ | $A_9$ |
| Type ( $A_7/A_8/A_9$ ) | 26.8 | 26.8 | 26.8 |
| Butoxymonoether of diethylene glycol | 45.0 | 45.0 | 45.0 |
| Polyethylene glycol M. W. 300 | 27.5 | 27.5 | 27.5 |
| Diethanolamine | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| Phenothiazine | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Sodium nitrite | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| | 100 | 100 | 100 |

(-) ($A_7$) Borate ester of boric acid-diethylene glycol and diethylene glycol monomethyl ether
($A_8$) Borate ester of boric acid-diethylene glycol and triethylene glycol monomethyl ether
($A_9$) Borate ester of boric acid-diethylene glycol and butoxymonoether of diethylene glycol

### Example IV

Hydraulic fluids were prepared having the following compositions:

| Components | Precent by weight | | |
|---|---|---|---|
| Borate Ester (-) | $A_{10}$ | $A_{11}$ | $A_{12}$ |
| Type ( $A_{10}/A_{11}/A_{12}$ ) | 44.00 | 45.97 | 26.80 |
| Butoxymonoether of diethylene glycol | 44.0 | 47.43 | 45.00 |
| Polyethylene glycol M. W. 300 | 10.00 | 4.00 | 27.50 |
| Diethanolamine | 1.90 | 2.50 | 0.50 |
| Phenothiazine | 0.05 | 0.05 | 0.10 |
| Sodium nitrite | 0.05 | 0.05 | 0.10 |
| | 100 | 100 | 100 |

(-) ($A_{10}$) Is a mixture of borate ester of types $A_1$, $A_2$ and $A_3$ in equal ratios.
($A_{11}$) Is a mixture of borate ester of types $A_4$, $A_5$ and $A_6$ in equal ratios.
($A_{12}$) Is a mixture of borate ester of types $A_7$, $A_8$ and $A_9$ in equal ratios.

All the borate esters were prepared at 155 °C [9]

### Properties of the Prepared Hydraulic Fluids

The prepared fluids compositions were tested according to the procedures set forth in the SAE [10] and FMVSS No. 116 [11] and ASTM [12] Standards Methods Tables (1-4).

### Infra-Red Spectral Studies

The infra-red spectra, both for the prepared fluids and the commercial one were studied.

## RESULTS AND DISCUSSION

The hydraulic fluids of this work generally comprise three principal units (1) base fluid, (2) diluent and (3) additives. These units were mixed until a single phase composition was obtained. Four types of hydraulic brake fluids were prepared from four different borate esters bases:

1- Bis-borate esters bases ( $A_1$, $A_2$ and $A_3$ )
2- Tri-borate ester bases ( $A_4$, $A_5$ and $A_6$ )
3- Borate esters bases, based on boric acid, diethylene glycol with alkoxymonoether. ( $A_7$, $A_8$ and $A_9$ )
4- Borate esters bases formulated ( in equal ratios ) from a mixture of each class, i.e. ( $A_1 + A_2 + A_3$ ); ( $A_4 + A_5 + A_6$ ) and ( $A_7 + A_8 + A_9$ ) to give $A_{10}$, $A_{11}$ and $A_{12}$ respectively.

### Testing the Hydraulic Fluids

The hydraulic fluids of examples I to IV were tested in accordance with the methods of SAE [10] and FMVSS No.116 [11]. The results are summarized in table 1 to 4. Their reflux boiling point ( RBP dry and wet ) were of higher values than the minimum values of the specifications. The high values of ( RBP wet ), indicate their low sensitivity to water, thus enable to maintain their original properties when amounts of water commonly encountered during use. Their

# HYDRAULIC FLUIDS COMPOSITIONS WITH IMPROVED PROPERTIES

By
S.F. El-Houssamy *

## ABSTRACT

More requirements are considered nowadays on the performance of hydraulic fluids. This work relates to hydraulic fluid compositions, particularly brake fluid compositions for use in hydraulic brake systems of automobiles.

Accordingly, one object of this work is to provide hydraulic fluid compositions which have improved properties for a long period of time, a high boiling point and further having more excellent viscosity characteristics. Another object of this work is to provide hydraulic fluid compositions which can meet the requirements for DOT3, DOT4 and DOT5 specifications .

## INTRODUCTION

Recently [1-3], automobiles have tended to become faster and larger, at the same time greater safety is required. For this purpose, hydraulic fluids of higher performance are strongly demanded.

The first requirement for hydraulic fluids is to be free from the so-called "vapor lock phenomenon" This phenomenon is caused by the vaporization of hydraulic fluids, and makes brake control impossible. Consequently, brake fluids having a higher boiling point are demanded. Efforts have been made to develop hydraulic fluids having a high boiling point even in the moist state and which can maintain the higher boiling point for a long period of time.

Hitherto, there have been proposed several hydraulic fluids which contain borate esters of glycol ethers. Such hydraulic fluids may be adequate regarding their wet equilibrium reflux boiling point, and some of them have high enough wet equilibrium reflux boiling points to pass the standard DOT3, DOT4, and DOT5 specifications [4,5]. However, under the conditions of mechanical action in a hydraulic system, the most important fluid property is its viscosity stability i.e., the resistance of the thickener to the action of high stresses and shear rates [6] .

Commonly hydraulic brake fluids are made up of three principal units. The first is a base or lubricant for the system such as polyglycols. Diluents, which are employed for the purpose of controlling the viscosity of the fluid as glycol ethers, glycols, alcohol, ...etc., form the second basic unit. Finally, the third basic unit is represented by an additive or inhibitor package comprising small quantities of materials which are added to control or modify various chemical and physical properties of the fluid, e.g. to reduce oxidation to improve wetting and flow and to maintain the pH of the hydraulic system above 7 in order to minimize corrosion. By varying the composition, particularly desired properties can generally by attained [7].

However, hydraulic fluids have been subject to increasingly stringent requirements with regard to properties, particularly boiling point and viscosity-temperature relationships [8].

## EXPERIMENTAL

Formulation of the novel hydraulic fluids in this work was accomplished by blending the components to a homogeneous stage in a mixing vessel. The preferable blending temperature was from about 30° to 50°C . It was preferable to warm the solution during preparation to facilitate dissolution. The blending of the compounds was conveniently conducted at atmospheric pressure in the absence of moisture. The components were added together one at a time. The antioxidant and the inhibitor were added as a solution in the glycol ether component. All components were mixed until a single phase composition was obtained.

* Egyptian Petroleum Research Institute, Nasr City, Cairo

and Salmonella up to $1.28x10^{11}$, $1.6x10^{11}$, and $5.1x10^{5}$ MPN/gram in thickened sludge has been recorded. After drying, these values were reduced to $3.6x10^{2}$ for both faecal coliform and faecal streptococci. Salmonella was not detected. The concentration of the investigated heavy metals; namely, Ni, Cu, Pb, and Cr in the dried sludge indicated that their concentration are within the permissible limits. However zinc exceeded the consent standards (Table 2). To avoid any health or environmental hazard, application of this sludge on land should not exceed 2.5 ton /ha / year.

Table (2) Heavy metals content of dried sewage sludge

| Heavy Metals (mg/kg) | Nickel | Copper | Lead | Chromium | Zinc |
|---|---|---|---|---|---|
| Consent Standards* | 150 | 600 | 670 | 670 | 1870 |
| Dried Sludge | 109 | 369 | 159 | 77 | 3480 |

* Application rate 5 t/ ha / year (Anonymous, 1992)

## IRRIGATION CANAL

Results of the physico-chemical analysis of samples collected from the irrigation canal during the study period are presented in (Figure 3). Available data showed reductions in COD and BOD values of 28.6% and 7% as compared to the COD and BOD values of the final effluent. This could be due to sedimentation and/or self-purification effect. On the other hand total nitrogen and phosphorus concentrations increased from 13.8 to 25 mg N/L and from 1.8 to 3.8 mg P/L, respectively (Figure 6). This may be attributed to seepage from the agricultural land. Also a significant increase in most of the microbiological parameters has been recorded (Table 1). Comparing the physico-chemical and biological quality of the final effluent of Helwan Wastewater Treatment Plant with the WHO (1989) guidelines and the Egyptian decree 9/89 which sets out conditions and criteria for the disposal of liquid wastes by irrigation of agricultural land, it became obvious that the treated effluent could not be used for unrestricted irrigation.

To safeguard the health of the people in the reclaimed land area, sprinkler irrigation should be replaced by drip irrigation. Also, the design and installation of a monitoring system is recommended.

## *REFERENCES*


- *Anonymous, (1992), "German Sewage Sludge Regulation Act", (Abfklar V), Bundesgesetzblatt Teil, Nr. 21,28.*
- *APHA (1992), "Standard Methods for Examination of Water and Wastewater", 18th ED. American Public Health Association, Washington, D.C.*
- *Balluz, S.A., Jones, H.H. and Bulter, M. (1977) "The Persistence of Poliovirus in Activated Sludge Treatment", J. Hygiene, 87, 165-73.*
- *Feachem, R.G.A., Bradley, D.J., Garelick, H. and Mara, D.D. (1980) "Health Aspects of Excreta and Sullage Management in Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation", Vol. 3. Washington, D.C.*
- *Metcalf and Eddy, Inc. (1979), "Wastewater Engineering", New York: McGraw-Hill.*
- *UNDP/WB (1990), "Wastewater Reuse for Irrigation in the Mediterranean Region", Map Rep. Ser. No. 1941.*
- *UNDP/WB (1991), "Wastewater Treatment and Reuse in the Middle East and North Africa Region", Unlocking the Potential, Draft Report, Project RAB/88009.*
- *Viessman, W. Jr. and Hammer, M.J. (1985), "Water Supply and Pollution Control", New York: Harper and Row.*
- *WHO (1989), "Health Guidlines for the Use of Wastewater in Agriculture and Aquaculture", Tech. Rep. Ser. No. 778, Geneva.*

## PRIMARY EFFLUENT

Analysis of the primary effluent indicated a significant improvement in the wastewater quality (Figure 3). Average residual COD, BOD, and TSS values were 128, 58 and 51 mg/L, respectively. Corresponding percentage removals reached 49%, 43% and 64%, respectively. The concentration of oil and grease ranged from 12 to 56 mg/L, with an average residual value of 37 mg/L (Figure 5).

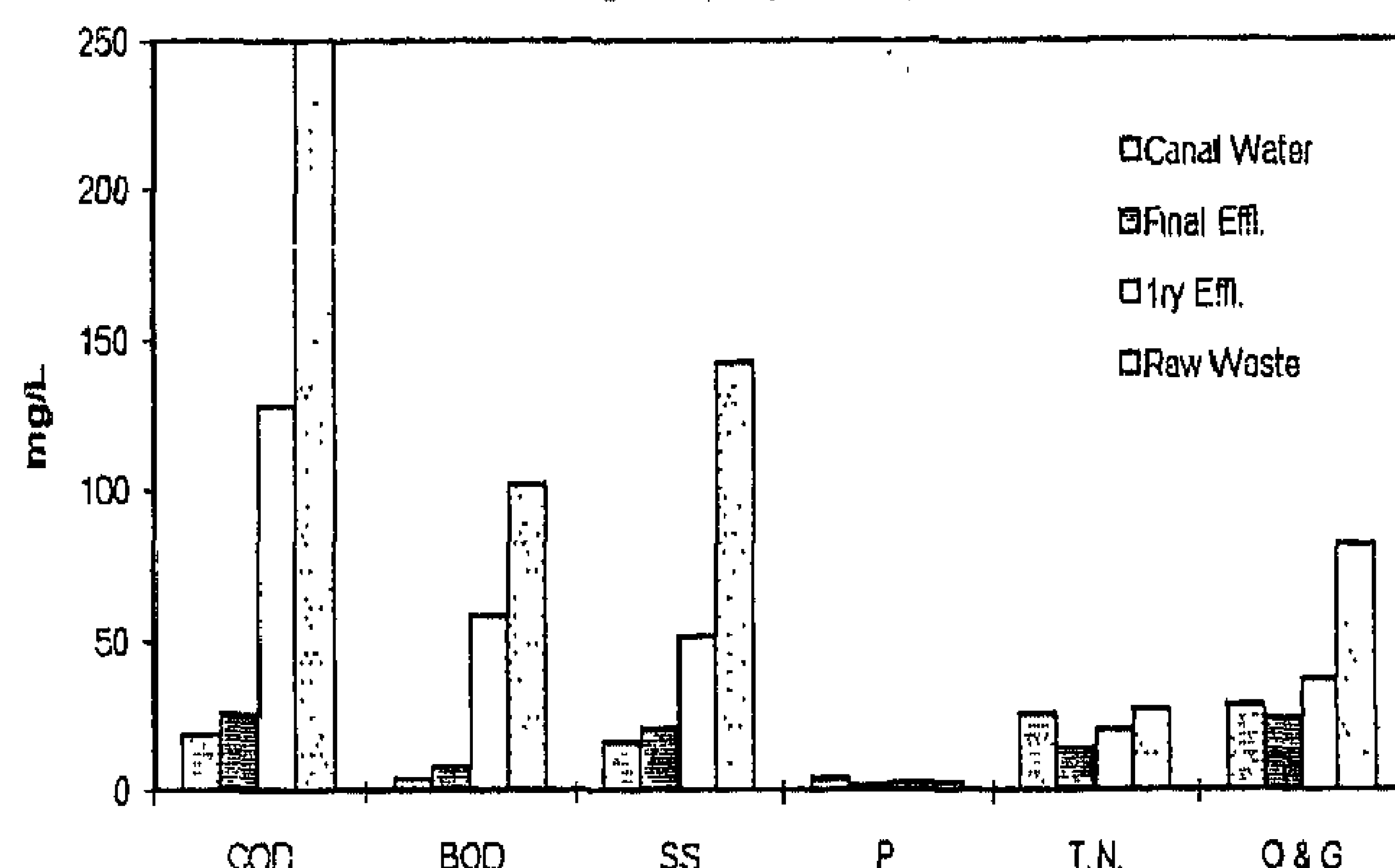
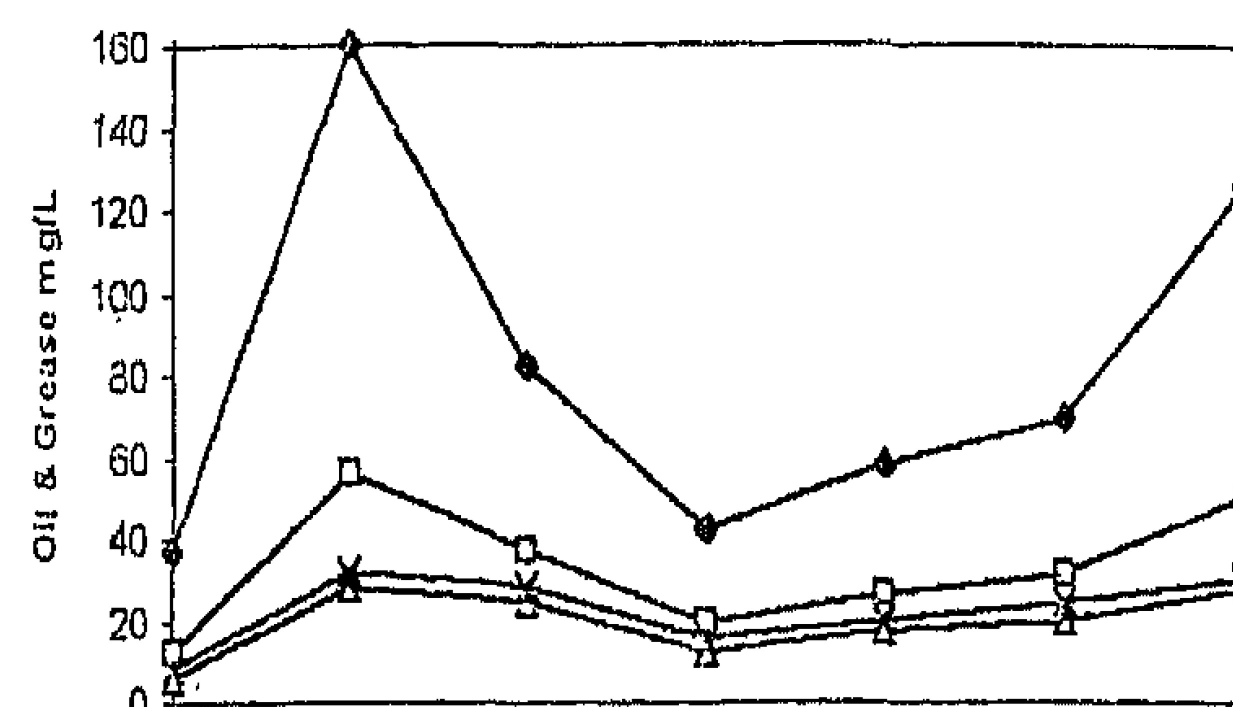


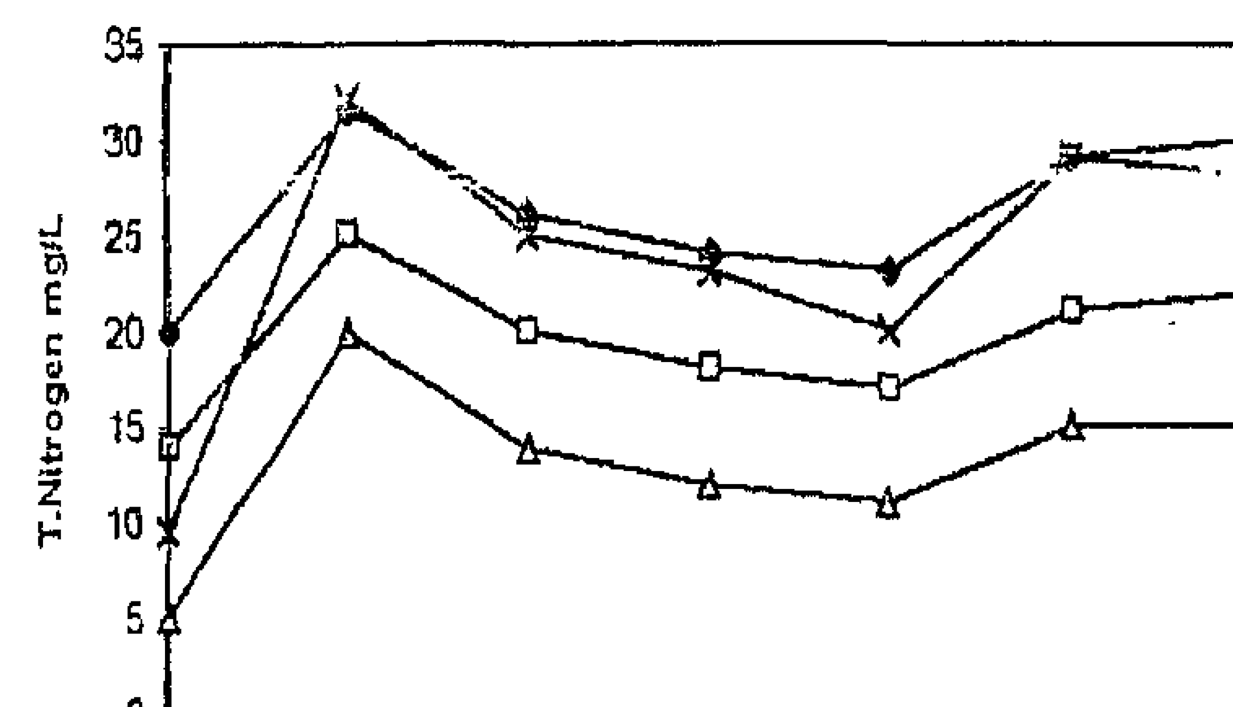

Fig. 5 - Average physico-chemical characteristics of raw waste, treated effluents and irrigation canal water.

Microbiological investigations indicated removal efficiency of more than 98% (Table 1 and Figure 4). From the available data it was found that the faecal coliform density (MPN/100 ml) ranged from $3.6x10^5$ to $2.4x10^8$, with an average value of $9.5x10^7$. Faecal streptococci ranged from $2.2x10^6$ to $1.2x10^7$, with an average value of $5.2x10^6$ (MPN/100 ml). Pathogenic organisms count per 100 ml sample, detected in terms of salmonella ranged from $6x10^2$ to $7x10^5$ with an average value of $2.9x10^5$. Feachem et al (1980) reported that primary sedimentation tanks, with detention times of 2-6h, produced quite variable results in the removal of bacterial indicators. Removal is caused by settlement of bacteria, which are adsorbed on, or entrapped within, suspended solids.

## FINAL EFFLUENT

Results of the physico-chemical analysis of the final effluent are presented in (Figure 3). Residual COD ranged from a minimum value of 19 $mgO_2/L$ to a maximum value of 38 mg $O_2/L$, with an average value of 25 $mgO_2/L$. BOD ranged from 6 to 15 $mgO_2/L$, with a mean value of 7.8 $mgO_2/L$. Ammonia-N was not detected in the final effluent which is an indication of complete nitrification. Nitrate concentration ranged between 3 and 12.5 mg N/L, with a mean value of 8.5 mg N/L. Phosphorus concentration ranged from 1.1 to 2 mg P/L, with an average value of 1.8 mg P/L. Removal of 35% and 78% were achieved for Oil & grease and detergent, respectively (Figure 6).



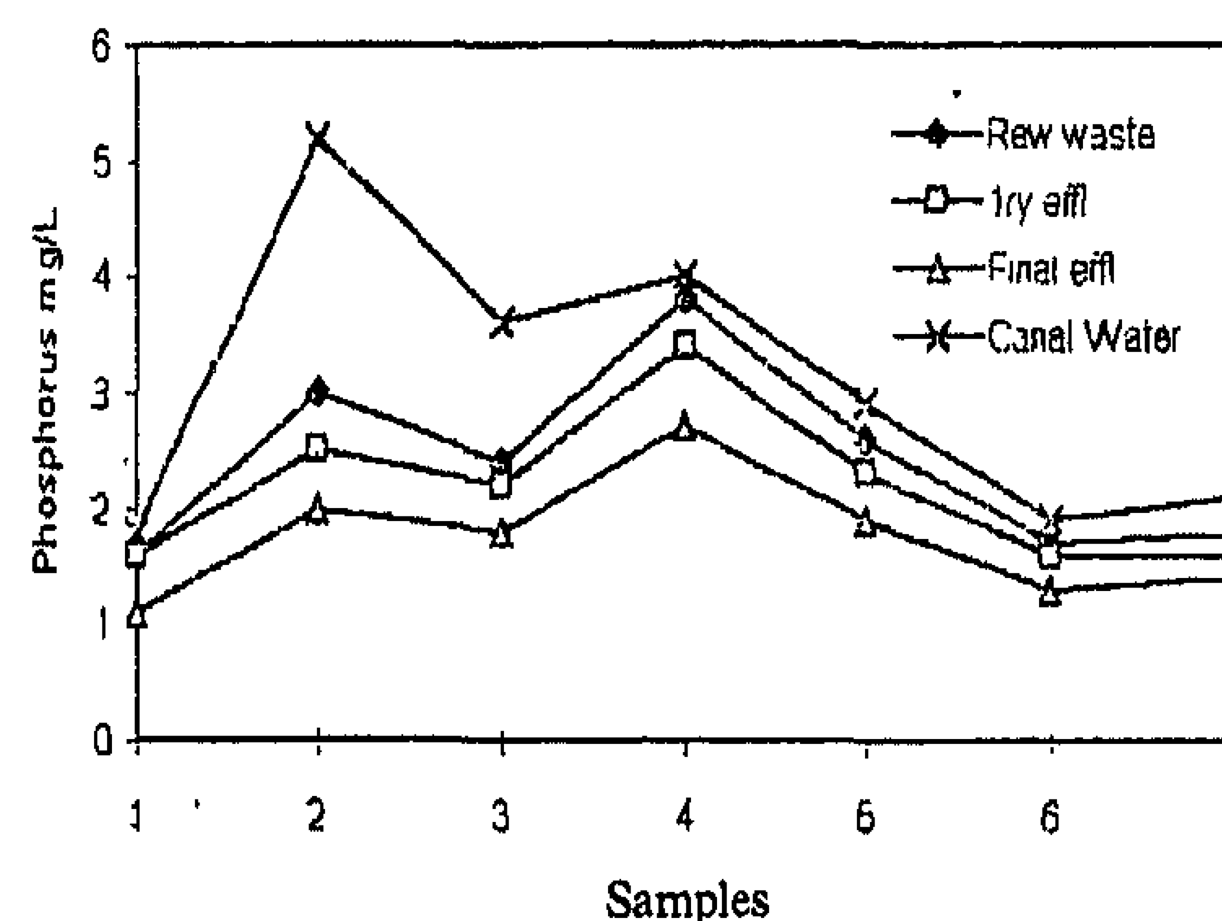




Fig. 6 - Variation in selected parameters illustrating the characteristics of raw wastewater, treated effluents and irrigation canal water

The overall efficiency of Helwan Wastewater Treatment Plant for removing the carbonacious fractions is considered good. A removal of more than 90% was achieved for most of the physico-chemical parameters. However, the phosphate removal did not exceed 25%, which is expected in conventional activated sludge systems that do not apply modification for luxury phosphorus uptake (Viessman and Hammer, 1985). A removal of more than 99% in the total viable count and indicators of faecal pollution in terms of faecal coliform and faecal streptococci was achieved through the biological treatment processes.

## CHARACTERISTICS OF SLUDGE

Analysis of thickened and dried sludge indicated an increase in the solids content from 6 to 91 per cent and a reduction in the volatile organic matter by 46%. Accumulation of faecal coliform, faecal streptococci,

## RESULTS AND DISCUSSION

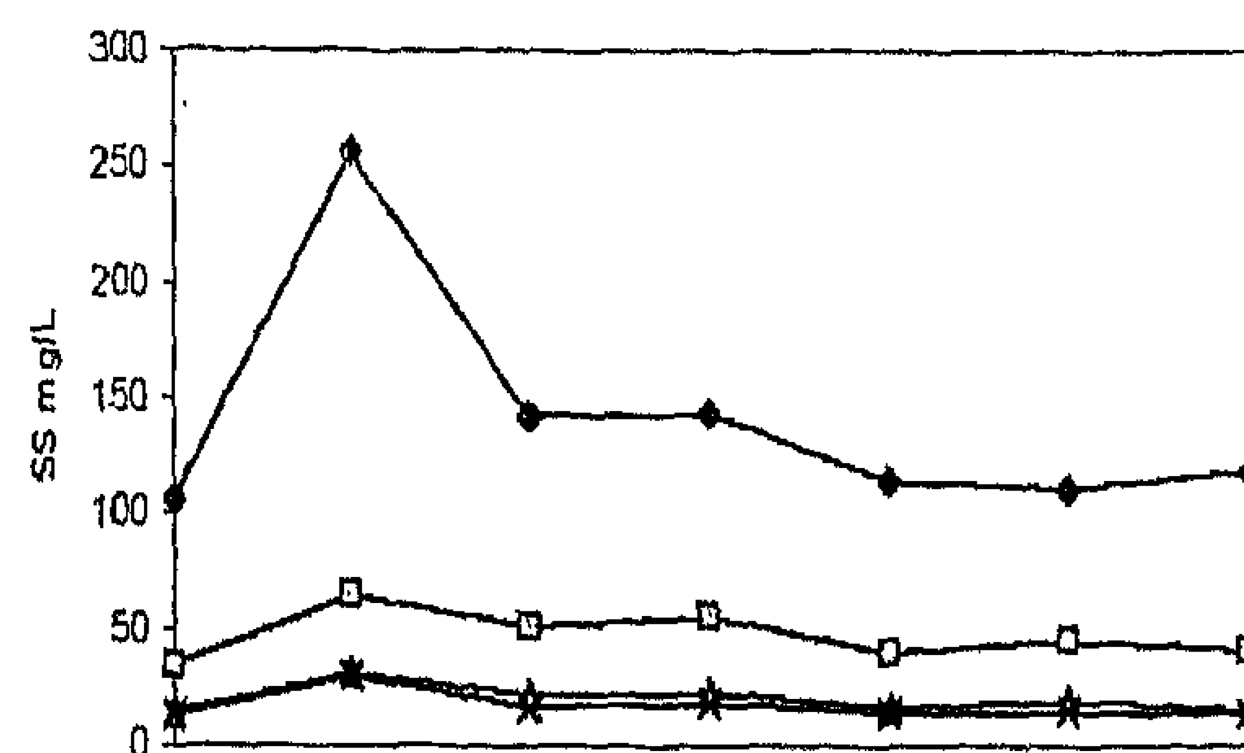
### RAW WASTEWATER CHARACTERISTICS

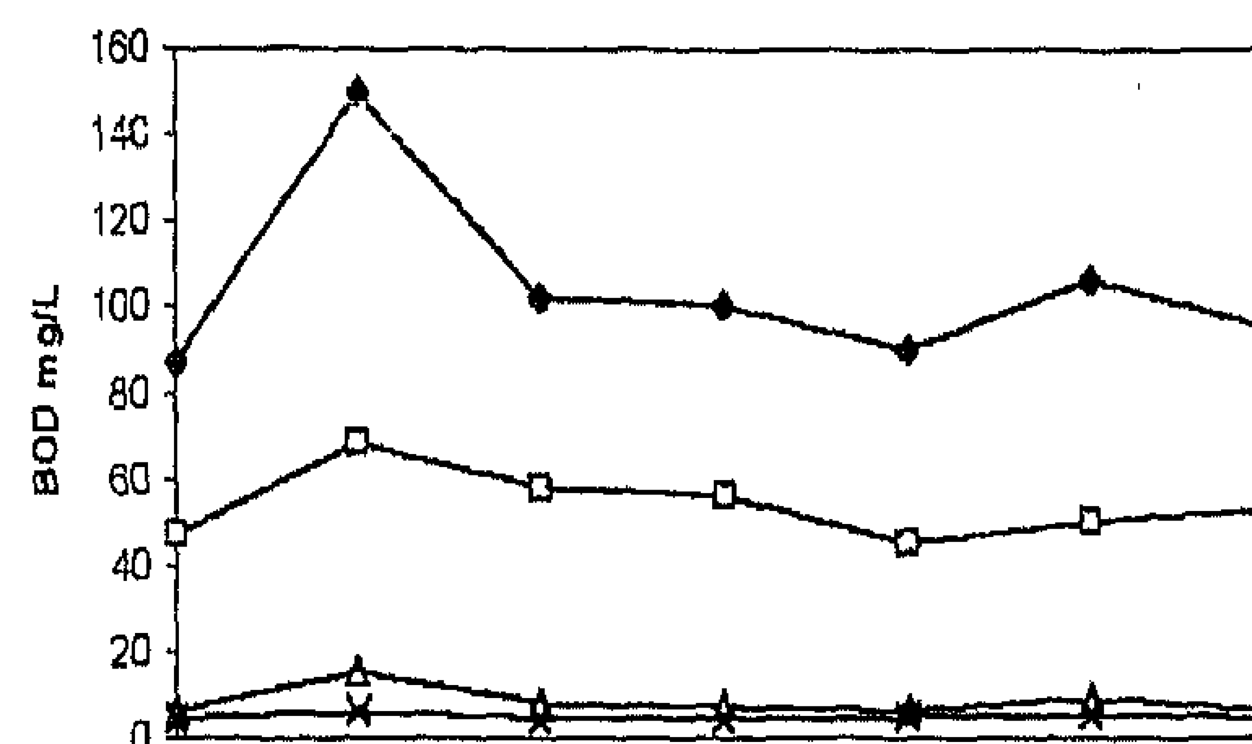
Variations in raw wastewater characteristics are illustrated graphically in Figure (3). The COD ranged from 192 to 338 $mgO_2/L$ with an average value of 250 $mgO_2/L$. Corresponding BOD ranged from 87 to 150 $mgO_2/L$, with an average value of 102 $mgO_2/L$. Total suspended solids (TSS) ranged between 106 and 256 mg/L, with an average value of 142 mg/L. Mean values of oil and grease were around 82 mg/L. Comparing the characteristics of the raw wastewater with the typical values cited by Metcalf and eddy (1979), it can be seen that raw wastewater is rather low in terms of COD, BOD, and TSS; this is because the plant receives industrial wastewater Results of microbiological examination are recorded in Table (1) and illustrated graphically in Figure (4). The average density of faecal coliform and faecal streptococci, represented as the most probable numbers (MPN) per 100 ml was $5.2x10^9$ and $1.13x10^{10}$ respectively. Salmonella was $8.4 \times 10^5$ on the average.

Table 1- Microbiological investigation of raw wastewater, treated effluents and irrigation canal water

| | Sampling | Sites | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Test | Raw Wastewater | Primary Effluent | Secondary Effluent | Overall % R | Irrigation Canal |
| 1-Total viable count/ml At 22°C | | | | | |
| Min | 3.7E+08 | 3.8E+07 | 2.2E+04 | | 3.2E+03 |
| Max | 5.1E+10 | 4.8E+08 | 7.8E+04 | | 6E+05 |
| Avg* | 1.8E+10 | 1.9E+08 | 5.3+04 | | 2.05E+05 |
| %R | | 98.92 | 99.97 | 99.99 | |
| At 37°C | | | | | |
| Min | 8.4E+07 | 3.6E+07 | 8.5E+03 | | 2.2E+03 |
| Max | 4.2E+10 | 7.7E+07 | 3.3E+04 | | 5.8E+05 |
| Avg* | 1.5E+10 | 5.2E+07 | 2.1E+04 | | 1.96E+05 |
| %R | | 99.65 | 99.95 | 99.99 | |
| 2-Coliforms MPN/100 ml | | | | | |
| Total coliform | | | | | |
| Min | 9.1E+07 | 3.6E+05 | 7.3E+01 | | 1.1E+02 |
| Max | 4E+10 | 4.6E+08 | 1.1E+04 | | 2.5E+04 |
| Avg* | 1.02E+10 | 1.9E+08 | 7.3E+03 | | 9E+03 |
| %R | | 98.13 | 99.99 | 99.99 | |
| Faecal Coliform | | | | | |
| Min | 3.6E+07 | 3.6E+05 | 3.6E+01 | | 7.2E+03 |
| Max | 2E+10 | 2.4E+08 | 1.1E+04 | | 1.2E+03 |
| Avg* | 5.2E+9 | 9.5E+07 | 7.3E+03 | | 8.4E+03 |
| %R | | 98.15 | 99.99 | 99.99 | |
| Faecal Streptococci | | | | | |
| Min | 3.5E+07 | 2.2E+06 | 2.4E+03 | | 3.6E+03 |
| Max | 4.5E+10 | 1.2E+07 | 1.1E+04 | | 1.3E+05 |
| Avg* | 1.13E+10 | 5.2E+06 | 6E+03 | | 4.6E+04 |
| %R | | 99.95 | 99.88 | 99.99 | |
| 3-Pathogenic organisms/ 100 ml | | | | | |
| Salmonellae | | | | | |
| Min | 3E+02 | 6E+02 | 2E+03 | | |
| Max | 2.6E+06 | 7E+05 | 5E+03 | | |
| Avg* | 8.4E+05 | 2.9E+05 | 2.3E+03 | | 3.7E+03 |
| %R | | 65.82 | 99.19 | 99.72 | |

*The results are the mean values of 5-monthly successive samples.



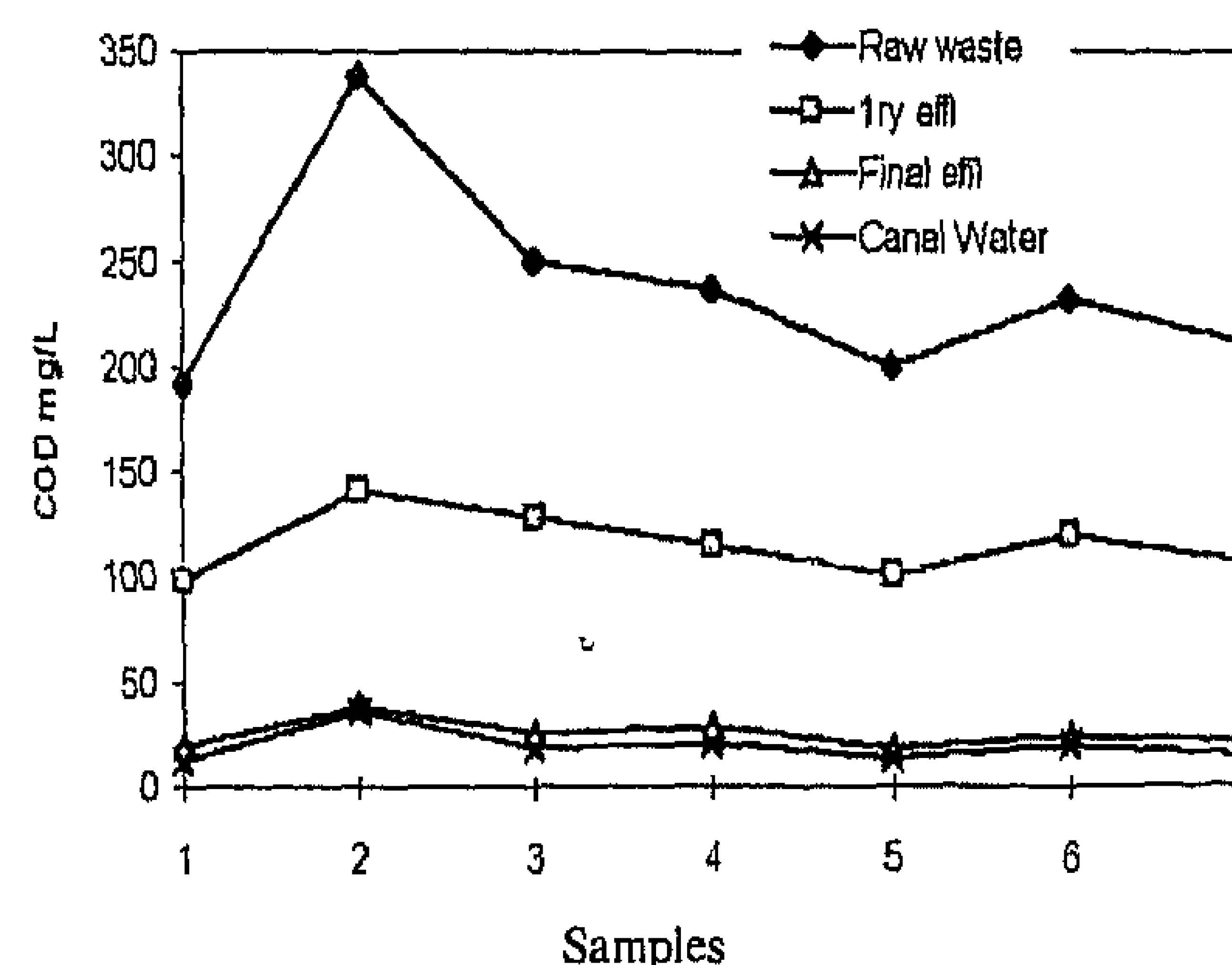




Fig. 3 - Variation in selected parameters illustrating the characteristics of raw waste water, treated effluents and irrigation canal water

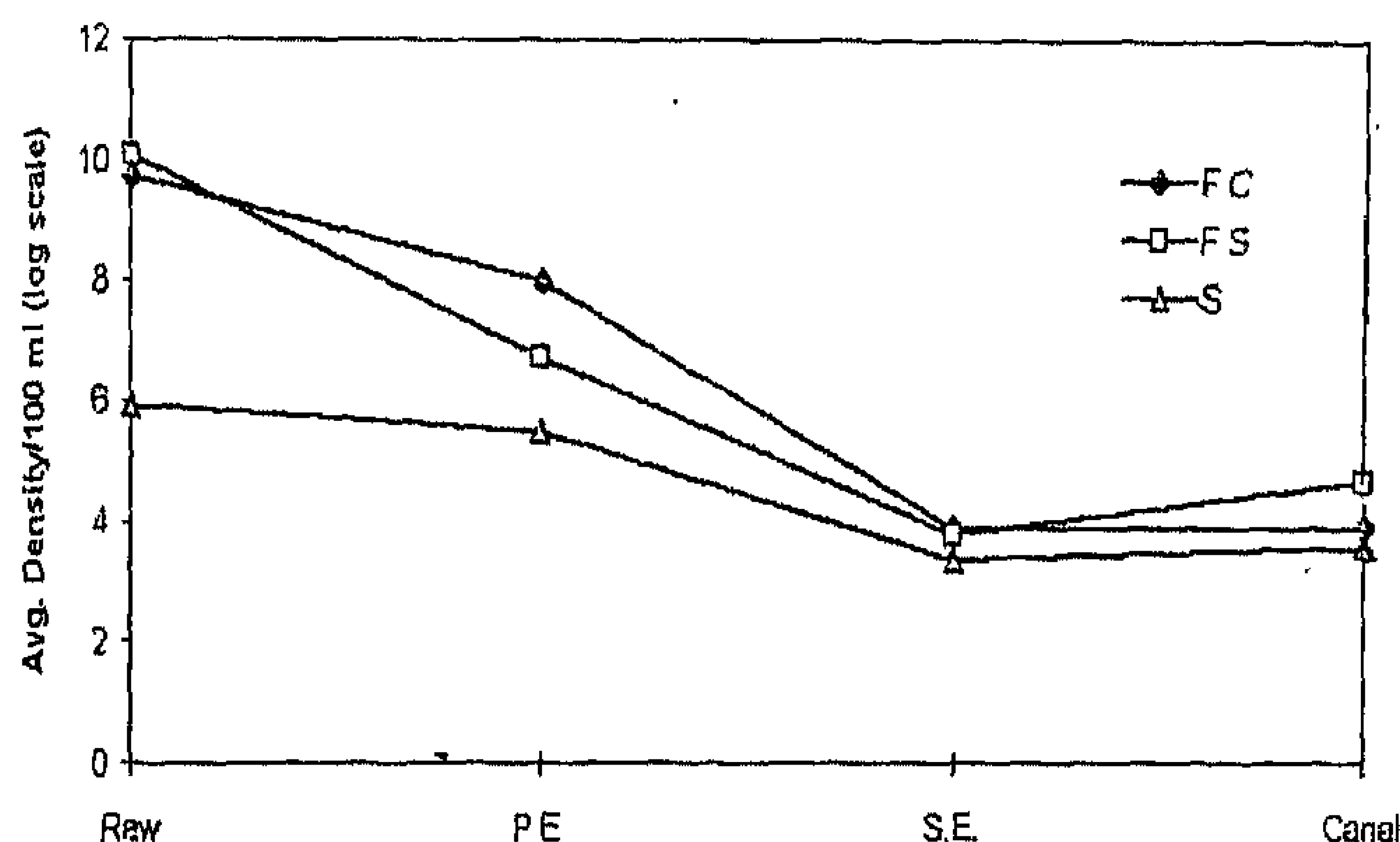



Fig. 4- Average density of faecal coliforms (F.C.), faecal streptococci (F.S.) and salmonella (S.) in raw sewage, primary effluent (P.E.), secondary effluent (S.E.) and in irrigation canal water.

The World Health Organization (WHO), has urged that the practice of reuse should be of quality standard. Ineffective practice of wastewater reuse can constitute major health hazards. For example, people World-wide consuming vegetable crops irrigated with raw or partially treated wastewater were reported that they had been infected with diseases such as Cholera, Ascaris and Trichuna (UNDP/WB;1991). Also, experience on waste water reuse in Egypt shows that the prevalence of Ascaris egg concentration was significantly higher in those areas (around Port-Said) where vegetable and salad crops were irrigated with raw sewage (UNDP/WP 1991). Effective and appropriate wastewater treatment processes can reduce the health hazards associated with wastewater reuse.

Most of the conventional wastewater treatment systems used for big cities have been designed to remove suspended solids and, the dissolved biodegradable organic fraction. They are not particularly efficient in removing pathogens, unless supplemented by disinfection facilities. Balluz et al (1977) studied the performance of activated sludge plant for removing suspended solids, viruses and other pathogens. The authors stressed on the close relation between viruses and other pathogens removal and the removal of suspended solids. They also emphasized the importance of the subsequent treatment of virus-rich sludge.

## OBJECTIVES

The main objective of the present study is to evaluate the performance of Helwan Wastewater Treatment Plant and the potential use of the produced effluent for land reclamation.

## MATERIALS AND METHODS

The Wastewater Treatment Plant is located in Helwan, approximately 40 km south of Cairo (Figure 1). The plant serves a wide area from Maadi to Tebbin. The sewerage system is designed to accomodate the industrial wastewater.

The Treatment facility is a conventional activated sludge system. Full description of the plant units is shown in Figure (2). A 30 km canal was constructed for transporting of the treated wastewater to land reclamation area. The plant has a design capacity of 350000 $m^3/d$. The flow is expected to increase during the next few years to approximately 550000 $m^3/d$.

An intensive programme of sampling and analysis of raw wastewater, effluents of each treatment unit, sludge produced and treated water from the irrigation canal was carried out. Physico-chemical analysis and bacteriological examinations of wastewater were conducted according to American Standard Methods devised by APHA (1992). Analysis of heavy metals were carried out using ICP Model 400.

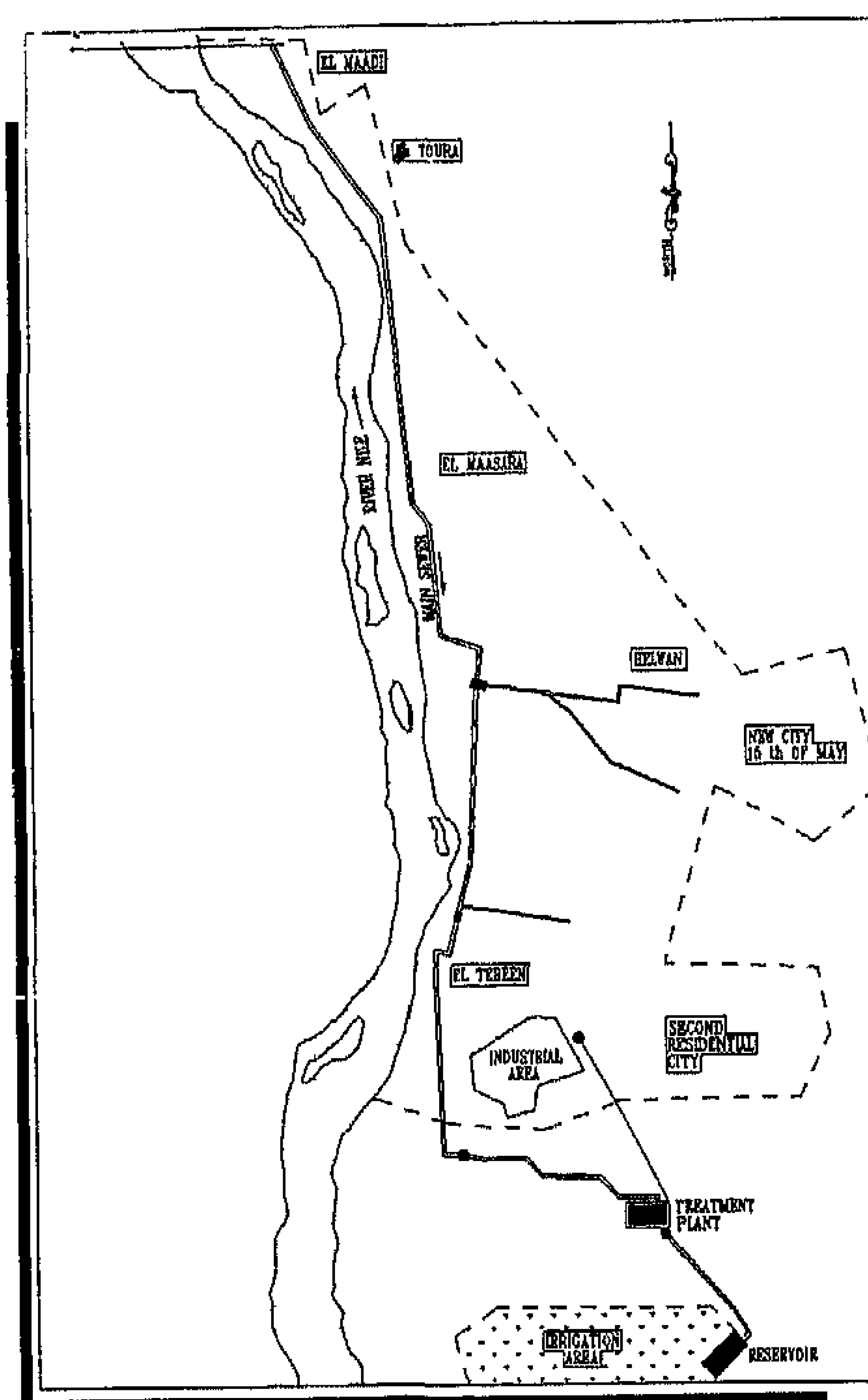
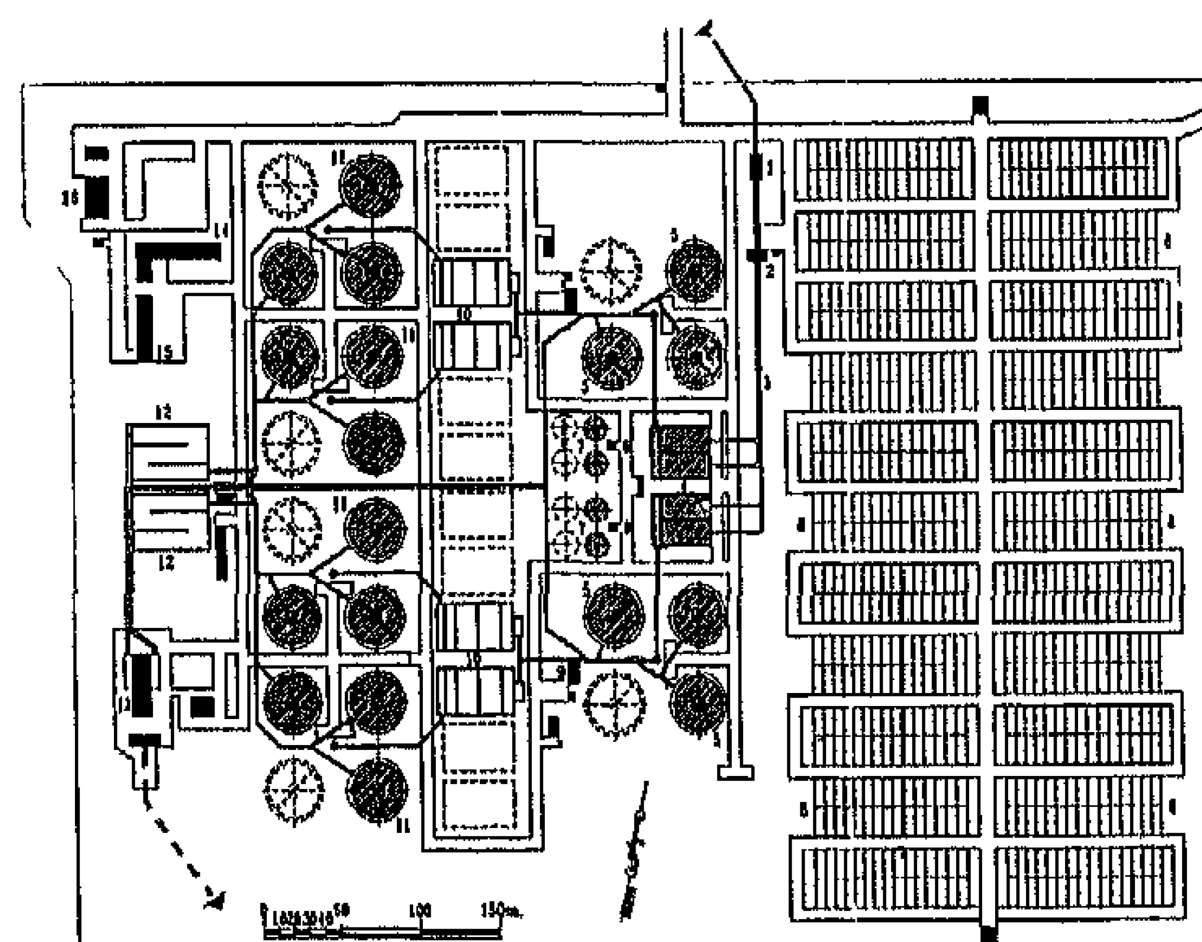



Fig. 1- Helwan sewerage scheme



Legend:
1- Inlet
2- Coarse and fine screen
3- Venturi
4- Grit chambers
5- Primary settlement tanks
6- Raw sludge pumping station
7- Thickening tanks
8- Drying beds
9- Return sludge pumping station
10- Activated sludge tanks
11- Final settlement tanks
12- Chlorination station
13- Pumping station to El-Saff irrigation canal
14- Operations building
15- Maintenance building
16- Power station

Fig. 2 - Schematic diagram of Helwan Wastewater Treatment Plant

# PERFORMANCE ASSESSMENT OF WASTEWATER TREATMENT PLANT PRODUCING EFFLUENT FOR IRRIGATION

By
Fatma A. El-Gohary[1], Fayza A. Nasr[2], and S. El-Hawaary[3]

## ABSTRACT

A conventional activated sludge treatment facility was the subject of this study. The treated effluent is used for land reclamation. The assessment was directed to determine the characteristics of the raw wastewater, the quality of the treated effluent and the efficiency of the various treatment units. Furthermore, water quality along the irrigation canal was monitored. The assessment of the quality of treated effluent for irrigation is based on the guidelines established by World Health Organization (WHO), 1989 and the Egyptian decree 9/89 for the use of wastewater in agriculture.

The results of the study indicated that the concentration of raw wastewater is considered moderate. Mean values of COD, BOD and TSS were around 250,102 and 142 mg/L, respectively. This is attributed to the high quantities of wastewater from industrial sources. The overall efficiency of the treatment facility was good. Average residual COD,BOD and TSS were 25,8 and 21 mg/l and the corresponding percentage removal values were 90%, 92% and 85%, respectively. Maximum percentage removal of oil and grease was 84% with a mean residual concentration of 24 mg/L. Total viable count (22$^{o}$C, 37$^{o}$C), faecal coliform and faecal streptococci, were reduced by 99.9% compared to only 99.5% for Salmonella. Bacteriological examination of the dried sludge indicated a reduction of 9 logs of faecal coliform and faecal streptococci, as compared to thickened sludge. Analysis of Ni, Cu, Pb and Cr in the dried sludge indictaed that their concentrations are within the permissible limits. Zinc exceeded the consent standards by 50%.

Results of the analyses of samples collected at the beginning of the irrigation canal indicated insignificant changes from the characteristics of the final effluent. Samples collected at a distance of 2 km along the irrigation canal showed an average reduction in COD and BOD of 28.6% and 47%, which could be attributed to sedimentation and/or self-purification effect. An increase of the total nitrogen, total phosphorus and total viable count has been recorded, which could be due to seepage from the agricultural land. From the available data it is evident that the treated wastewater could be used for restricted irrigation. The design and implementation of a monitoring programme is recommended.

## INTRODUCTION

Large land areas of theMediterranean Region Countries are uncultivated because of shortage of irrigation water. Under the present circumstances of rather limited development in the agricultural sector and fairly high rate of population increase, the rate of increase in demand for food is exceeding the rate of increase in agriculture. As a substitute of fresh water in irrigation, wastewater effluent has an improtant role to play in water resources management. By reserving freshwater resources for potable water supply and other priority uses, treatment of wastewater for reuse contributes to water conservation and has certain economic and environmental advantages.

Wastewater reuse for irrigation is not new. Paris, for example, had sewage farms as early as 1868. The use of sewage effluent for irrigation of governmental farm (1200 ha) in Egypt, has been implemented since 1915. A survey of current wastewater reuse practices in developing countries carried out by the World Bank-UNDP programme has estimated that some 80 percent of the wastewater flow from urban areas in developing countries is currently used for permanent or seasonal irrigation (UNDP/WP, 1990). The Survey revealed that untreated or partially treated wastewater carried the full range of faecally excreted human pathogens including helminth, bacteria and viruses.

1.Prof. & Head of Environmental Science Division
2.Associate Professor
3.Professor
Water Pollution Control Department, National Research Centre, Dokki,Cairo,Egypt.

## CONCLUSION

The results of visbreaking of Morgan waxy distillate lead to the following conclusions:

1- Thermal cracking may be a successful means for pour point depression provided that the working conditions are mild enough.

2- Reaction temperature of 400 °C and a contact time of 5 minutes was found to be good enough for reducing the pour point of Morgan waxy distillate fraction from 29 to 22 °C.

3- Thermal cracking of fuel oil A at 400 °C, and 15 minutes contact time lowered its pour point from 32 °C to 21 °C.

4- The pour point of fuel oil B was lowered from 42 to 14 °C when it was thermally cracked at 350 °C reaction temperature and 15 minutes contact time.

## *REFERENCES*


*1- Ebeid, F.M., El-Emary, M., and Ismail, N.A., "Seventh Arab Petroleum Congress", Paper No. 47 (C - 3 ), Kuwait, March 16th- 22nd (1970).*

*2- Ebeid, F.M., El - Emary, M., and Ismail, N.A., " Trans. Egypt. Soc. Chem. Eng. ", 4(2), 1 (1978).*

*3- Habib, R.M., El - Emary, M., and El - Mergawy, S.A., " Egypt. J. Chem., " 18, 267 (1975).*

*4- Habib , R.M., El - Emary , M., Barakat, Y., and Ebeid, F.M., " Trans Egypt. Soc. Chem. Eng. ", 10(2), (VI. 29 ), 835 (1984).*

*5- Habib, R.M., El-Emary, M., Barakat , Y., and Ebeid, F.M., "Trans. Egypt. Soc. Chem..Eng.", 10 (2) , ( VI. 28 ), 819 ( 1984 ) .*

*6- Castellanos, J., Cano, J.L., del Rosal. R., Briones , V.M., and Mancilla , R.L., Oil & Gas J., 89 (11), 76 (1991).*

*7- Trauth, D.M., Yasar, M., Neurock , M., Nigam , A., Klein , M.T., and Kukes, S.G., " Fuel Sci. and Tech. Intl"., 10 (7 , 1161 ( 1992 ).*

*8- Dente, M. and Bozzano, G., Proc 1 st Conf . on Chem Proc . Engineering, Florence, May 13 - 15 (1993 ).*

*9- Del Bianco, A., Panariti, N., Belatrame , P.L. and Carniti, P., Fuel. 72 (1), 75 (1993)*

*10- Di Carlo. S. and Janis, B., "Chem, Eng. Sci.", 47(9 - 11), 2695 (1992).*

*11- Rankel, L.A. and Dabkowski, M.J., "Fuel Sci. and Tech. Intl.", 10 (7), 119 (1992).*

*12- Kapoor, M.P., Kothiyal, V. and Singh, I.D.,Ibid., 11 (7), 975(1993).*

*13- Zerlia, T. and pinelli, G., "Fuel", 72 (8), 1109 (1993).*

*14- Hus, M.,Oil& Gas J., 79(15), 109 (1981).*

*15- Bakshi, A.S., and Lutz, I.H., Ibid., 84 (7), 52 (1986).*

*16- Washimi, K, and Limmer, H,. " Hydrocarbon Proc. ", 68 (9), 69 (1989 ).*

*17- Di Carlo, S., Janis, B., and Migleorati, P., A.C.S. Preprints, Div. of Petrol. Chem., 40(4), 730 (1995).*

*18- Amer. Soc. for Testing Materials, A.S.T.M. " Standards on Petroleum Products", D 96 - 87, 59 (1991).*

*19- Ibid, D 445 - 88, 170 (1991).*

*20- Ibid., D 2502 - 87, 206 (1991).*

*21- Zimmerscied, W.J., Dinerstein, R.A., Westkamp, A.W. and Roberts, F.M., "Ind. Eng. Chem.", 42, 1330 (1950).*

*22- Amer. Soc. for Testing Masterials, A.S.T.M. " Standards on Petroleum Products " D 1747 - 89 682 (1991 )*

*23- Stubbs, F.J. and Hinshelwood, C.N., "Discussions Faraday Society", 10, 129 (1951).*

*24- Sachanen, A.N.," Conversion of Petroleum", 2nd Ed., Reinold, New York, P. 1 - 123, 182 - 249, 266 - 305 (1948).*

*25- Ibid., P. 66 - 67 (1948).*

*26- Ibid., P. 69 (1948).*

*27 - Ibid., P. 81 (1948).*

On the other hand , the pour points of cut IV increase with increasing reaction temperatures, especially at longer contact times.

As revealed from Fig.3, the pour point of cut IV increases to 34 °C at 450 °C reaction temperature and 25 minutes contact time.

The feed stock contains appreciable quantities of aromatic hydrocarbons (39.6% by wt.), of which 20.2% by wt, are bicyclic aromatics. In addition , further concentrations of aromatics are formed during thermal cracking as a result of dehydrogenation of naphthenes (26). These aromatics, especially the bicyclic and polycyclic types, are readily condensed under cracking conditions (27) with the formation of highly condensed polycyclic aromatics which may be condensed further yielding residues. It appears that cut IV contains varying proportions of these highly condensed aromatic hydrocarbons which have higher pour points than those originally present in the feed.

It is evident therefore, that thermal cracking is a successful means for pour point depression of the investigated Morgan waxy distillate fraction provided that the thermal cracking conditions employed are mild such as a reaction temprerature of 400 °C and a contact time of 5 minutes. These experimental conditions are good enough to reduce the pour point of the reaction product to 22 °C, with a yield of gases of 6.5% by wt. of charge.

**Thermal Cracking of Morgan Fuel Oil**

Based on viscosity of fuel oil, two types can be obtained by topping Morgan curde oil . Fuel oil A with a Red wood viscosity I about 2000 seconds at 37.8 °C or fuel oil B with a higher viscosity.

The specifications of the two types of fuel oil which are presented in Table VIII reveal the high pour points of 32 °C and 42 °C, for fuel oils A and B, respectively.

Table 8 - Specifications of Morgan Fuel Oil.

| | Fuel Oil (A) | Fuel Oil (B) |
|---|---|---|
| Specific gravity, 70/70°C | 0.9201 | 0.9231 |
| Pour point, °C | 32 | 42 |
| Flash point, °C | 165 | 192 |
| Viscosity Red. I at 37.8°C, sec. | 2130 | >2500 |
| Viscosity Red. I at 50°C, sec. | 951 | 1018 |

The effect of thermal cracking, under mild conditions on the pour points of those fuel oils has been investigated. Several cracking temperatures have been studied at 15 minutes contact time and a pressure of 3kg/cm$^2$. The specifications of the cracked products are presented in Table IX for fuel oil A and in Table X for fuel oil B.

Table 9 - Themal cracking of Morgan Fuel oil (A)

| Experiment No. | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---|---|---|---|---|
| Reaction temperature, °C | 300 | 350 | 400 | 425 |
| Yield, wt% of charge | 74 | 70 | 56 | 51 |
| Specific gravity, 70/70 °C | 0.9198 | 0.9133 | 0.9116 | 0.9010 |
| pour point, °C | 24 | 23 | 21 | 18 |
| Flash point, °C | 108 | 92 | 82 | 56 |
| Viscosity Red. I at 37.8 °C, sec. | 738 | 310 | 238 | 205 |
| Viscosity Red. I at 50 °C, sec. | 328 | 256 | 148 | 132 |

Table 10 - Thermal Cracking of Morgan Fuel oil (B)

| Experiment No. | 21 | 22 | 23 |
|---|---|---|---|
| Reaction temperature, °C | 350 | 375 | 400 |
| Yield, wt% of charge | 68 | 61 | 52 |
| Specific gravity, 70/70 °C | 0.9101 | 0.9053 | 0.9038 |
| pour point, °C | 14 | 13 | 10 |
| Flash point, °C | 68 | 61 | 52 |
| Viscosity, Red. I, at 37.8 °C, sec. | 268 | 242 | 186 |
| Viscosity, Red. I, at 50 °C, sec. | 147 | 115 | 92 |

Data in Table IX shows that the yields of cracked products obtained range from 74% by wt of charge at 300 °C to 51% by wt of charge at 425°C. The viscosities, and the pour points of the products decrease with the increase of reaction temperature. For example, the Red wood viscosity I at 37.8 °C decreases from 2130 seconds for the feed to values ranging from 738 to 205 seconds at reaction temperatures of 300 °C and 425 °C., respectively. The pour points obtained of 21 °C and 18 °C are satisfactory. However, the flash point of 56 °C (Exp. No. 20) is below the minimum required for the local standard specifications of fuel oil which is 65 °C.

It may be pointed out , therefore , that cracking of fuel oil A at 400 °C yields a product which can meet the required standard specifications of fuel oil.

The analytical data obtained from thermal cracking of fuel oil B, is included in Table x. This data indicates that lower yields of the total cracked products are obtained ranging from 68 to 53% by wt. of charge with increasing of the reaction temperature from 350 °C to 400 °C, respectively. Similar to fuel oil A, cracking of fuel oil B yields products having lower values for specific gravity, pour point, flash point, and viscosity than in the feed. For example, at 350 °C, the product obtained has a specific gravity of 0.9101, pour point of 14 °C, flash point of 68 °C, and Redwood viscosity I at 37.8 °C of 268 seconds. These specifications are within the local standards of fuel oil. Higher reaction temperatures of 375 °C and 400 °C yield products with lower pour points of 13 °C and 10 °C, respectively. Nevertheless, the flash point of these products drop to 61 °C and 52 °C, which are below the minimum value required for fuel oil.

The pour points of cuts II, III, and IV of reaction products at various reaction temperatures and contact times are shown by the data in Table VII which are plotted in Figures 1 - 3.

Table 7 - Effect of reaction temperature on poir points of reaction products at various contact times.

| Reaction temperature,°C | contact time, minutes | pour points,°C | | |
|---|---|---|---|---|
| | | cut II | cut III | cut IV |
| 350 | 5 | 8 | 18 | 27 |
| 400 | 5 | 6 | 17 | 27 |
| 425 | 5 | 4 | 15 | 28 |
| 450 | 5 | 2 | 13 | 30 |
| 350 | 10 | 7 | 17 | 28 |
| 400 | 10 | 5 | 16 | 27 |
| 425 | 10 | 4 | 14 | 29 |
| 450 | 10 | 2 | 13 | 31 |
| 350 | 15 | 7 | 17 | 28 |
| 400 | 15 | 5 | 15 | 28 |
| 425 | 15 | 3 | 14 | 29 |
| 450 | 15 | 0 | 12 | 32 |
| 350 | 25 | 4 | 15 | 28 |
| 400 | 25 | 0 | 13 | 29 |
| 425 | 25 | -4 | 12 | 30 |
| 450 | 25 | -8 | 10 | 34 |

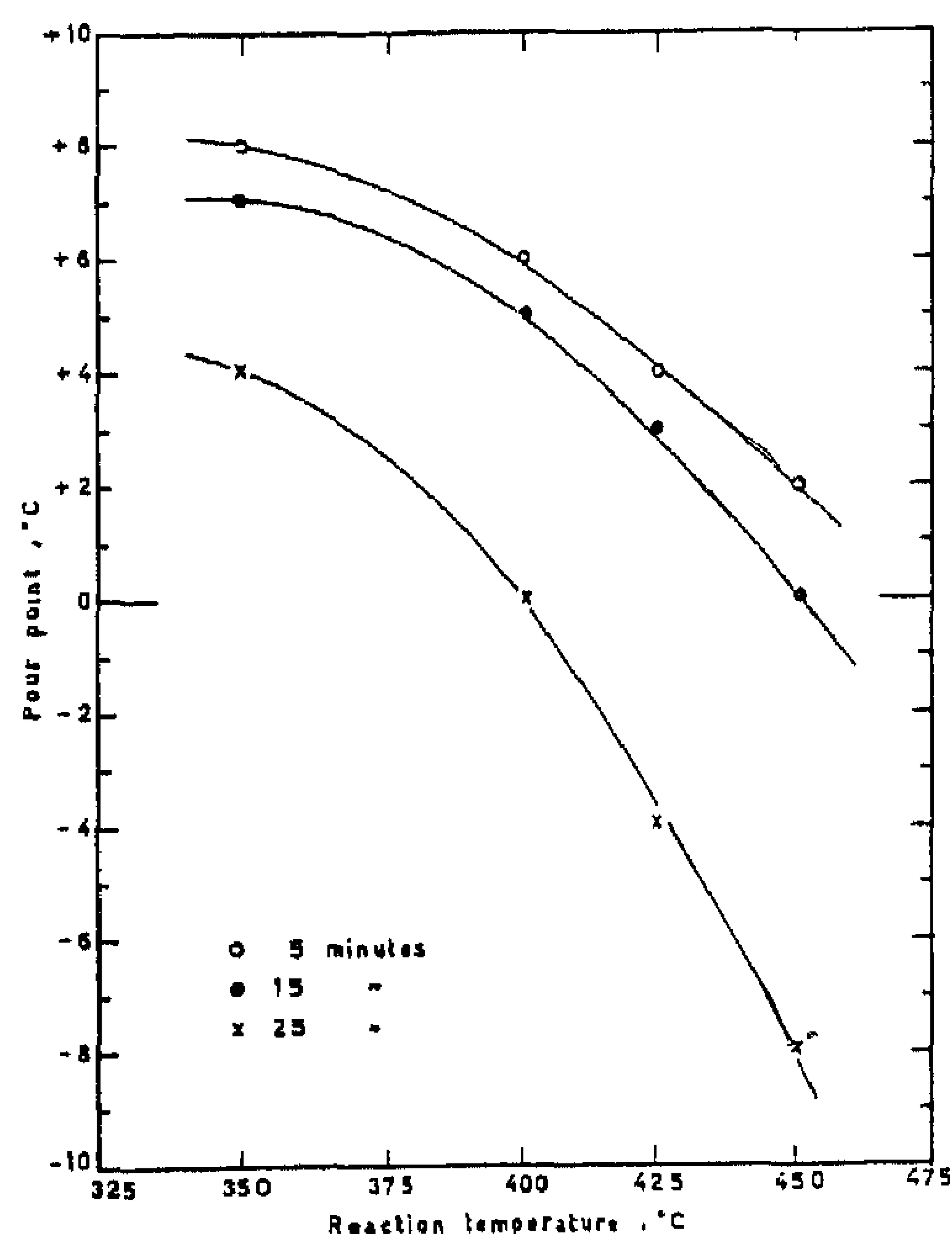



Fig. 1- Effect of reaction temperature on pour point of cut II at various contact times.

This data indicates that the pour points of cuts II and III decrease with increasing reaction temperature at various contact times. As revealed from Figures 1 and 2, this decrease in the pour points is more pronounced at longer contact times. For example, at a reaction

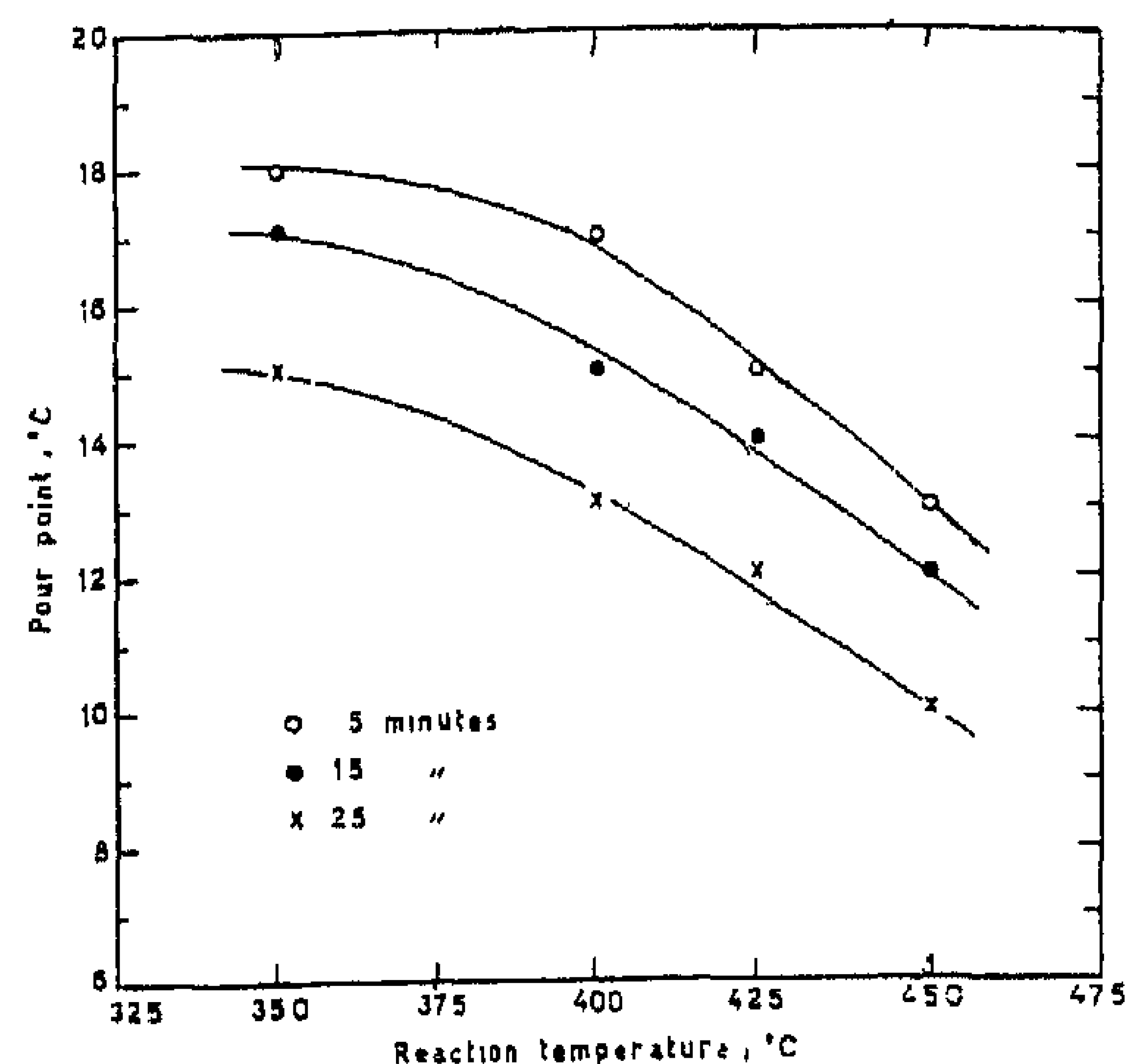



Fig. 2- Effect of reaction temperature on pour point of cut III at various contact times.

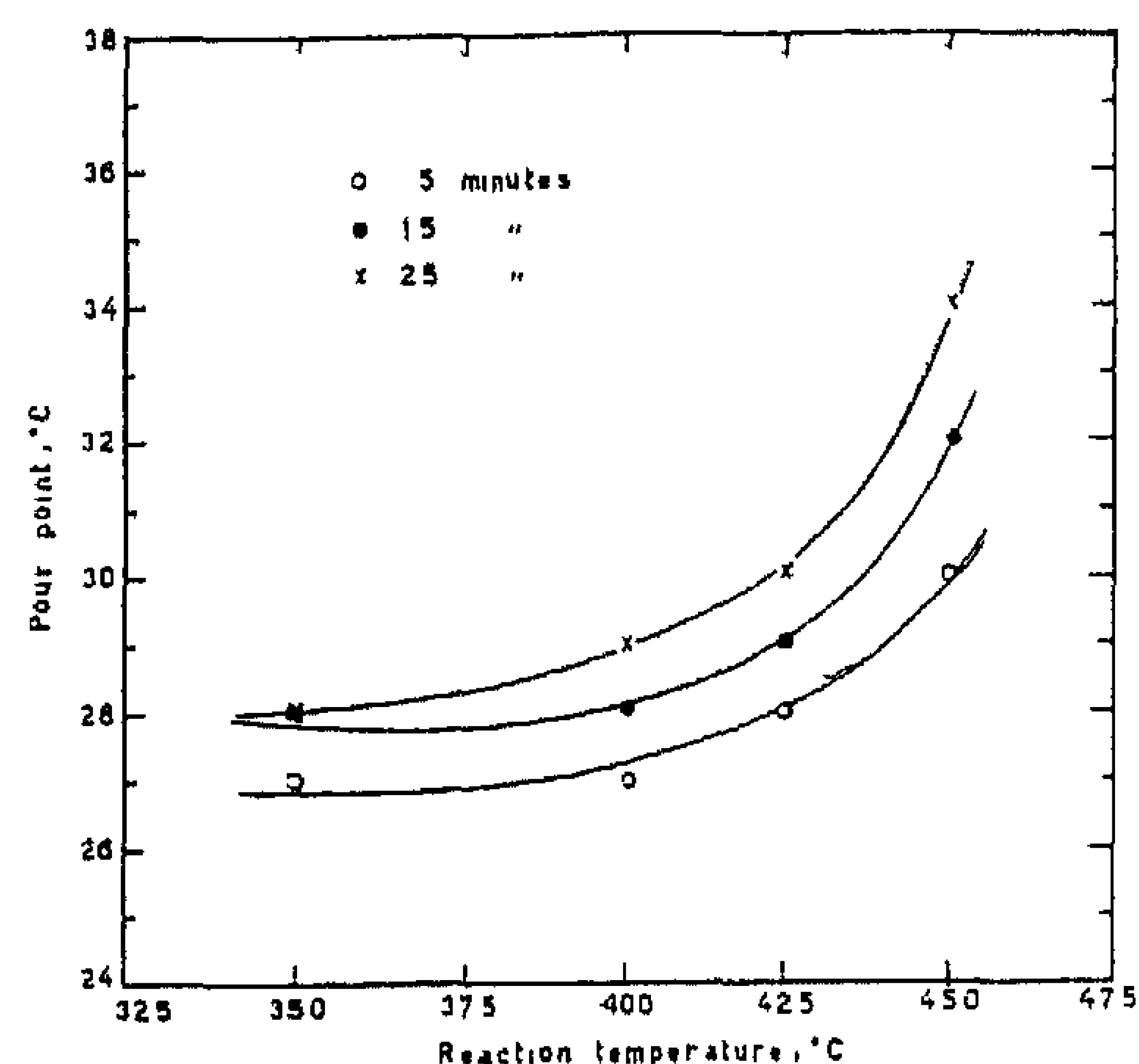



Fig. 3- Effect of reaction temperature on pour point of cut IV at various contact times.

temperature of 450 °C, the pour point of cut II decreases from 2 °C to - 8 °C with the increase of contact time from 5 to 25 minutes.

This decrease in the pour point of cuts II and III may be due to the formation of higher concentrations of lower molecular weight products at severe cracking conditions. These lighter products are mainly formed as a result of cracking of paraffins in addition to dealkylation reaction of naphthenes and aromatics. It has been reported (25) that dealkylation involving the long paraffinic side chains of naphthenes and aromatics is an important reaction which occurs in cracking. These paraffinic side chains split up easily at high reaction temperatures forming naphtenes and aromatics with shorter side chains and lower molecular wight paraffins and olefins having lower pour points.

Table 4 - Effect of variation of reaction temperature at 15 minutes contact time

| Experiment No. | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|
| Reaction temperature | 350 | 400 | 425 | 450 |
| Reaction products: - | | | | |
| Gases, wt% of charge | 6.6 | 9.6 | 24.8 | 46.4 |
| Liquid reaction product: | | | | |
| Yield, wt% of charge | 93.4 | 90.4 | 75.2 | 53.6 |
| Specific gravity, 70/70 °C | 0.8210 | 0.8208 | 0.8085 | 0.8095 |
| Distillation, °C | | | | |
| I.b.p. | 160 | 95 | 82 | 80 |
| 10% | 300 | 291 | 250 | 228 |
| 20% | 348 | 322 | 286 | 262 |
| 30% | 354 | 351 | 312 | 298 |
| 40% | 362 | 359 | 334 | 328 |
| 50% | 374 | 367 | 357 | 352 |
| 60% | 382 | 376 | 372 | 361 |
| 70% | 394 | 388 | 384 | 367 |
| 80% | 430 | 420 | 400 | 398 |
| 90% | 459 | 453 | 422 | 438 |
| F.b.p. | 488 | 485 | 479 | 488 |
| pour point, °C | 24 | 21 | 20 | 19 |
| Liquid product distribution, wt% of charge: | | | | |
| Cut I, b.r. I.b.p.- 275 °C | 4.6 | 6.6 | 11.3 | 11.0 |
| Cut II, b.r. 275 - 350 °C | 14.1 | 17.3 | 22.4 | 14.9 |
| Cut III, b.r. 350 - 375 °C | 29.0 | 25.1 | 13.9 | 11.0 |
| Cut IV, b.r. 375 °C - F.b.p. | 45.7 | 41.4 | 27.6 | 16.7 |

Table 5 - Effect of variation of reaction temperature at 25 minutes contact time

| Experiment No. | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|
| Reaction temperature, °C | 350 | 400 | 425 | 450 |
| Reaction products: - | | | | |
| Gases, wt % of charge | 10.4 | 18.4 | 34.4 | 58.0 |
| Liqiud reaction product: | | | | |
| Yield, wt% of charge | 89.6 | 81.6 | 65.6 | 42.0 |
| Specific gravity, 70/70 °C | 0.8209 | 0.8205 | 0.8087 | 0.0083 |
| Distillation, °C | | | | |
| I.b.p. | 102 | 98 | 78 | 72 |
| 10% | 296 | 258 | 243 | 220 |
| 20% | 330 | 313 | 278 | 257 |
| 30% | 353 | 346 | 306 | 289 |
| 40% | 361 | 354 | 333 | 314 |
| 50% | 370 | 365 | 351 | 336 |
| 60% | 374 | 376 | 368 | 353 |
| 70% | 385 | 401 | 379 | 368 |
| 80% | 415 | 426 | 412 | 380 |
| 90% | 346 | 451 | 445 | 429 |
| F.b.p. | 472 | 473 | 474 | 472 |
| pour point, °C | 23 | 20 | 19 | 18 |
| Liquid product distribution, | | | | |
| wt % of charge: | | | | |
| Cut I, b.r. I.p.p. - 275 °C | 4.8 | 9.1 | 11.0 | 8.8 |
| Cut II, b.r. 275 - 350 °C | 15.0 | 17.6 | 20.6 | 13.6 |
| Cut III, b.r. 350 - 375 °C | 33.2 | 23.4 | 10.6 | 7.8 |
| Cut IV, b.r. 375 °C - F.b.p. | 36.6 | 31.5 | 23.4 | 11.8 |

Table 6 - Analysis of gases obtained at 25 minutes contact time various reaction temperatures

| Experiment No. | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|
| Reaction temperature, °C | 350 | 400 | 525 | 450 |
| Composition, wt% of charge | | | | |
| Methane | 2.0 | 4.2 | 6.6 | 8.4 |
| Ethane + othylene | 2.4 | 4.8 | 8.4 | 12.9 |
| propane | 2.7 | 5.0 | 6.2 | 10.3 |
| propylene | 1.8 | 2.2 | 4.3 | 8.7 |
| iso - Butane | 0.6 | 0.9 | 4.1 | 9.3 |
| n - Butane | 0.6 | 0.9 | 3.7 | 7.0 |
| 1 - Butene + iso butylene | 0.3 | 0.4 | 1.1 | 1.4 |

Data in Tables II to V shows that high reaction temperatures favour the thermal cracking reaction resulting in lower yields of liquid products. For example, the experimental data in Table II indicates that at 5 minutes contact time, the wt % of charge of liquid products decreases from 95.4 to 66.0% by wt . of charge with the increase of reaction temperature from 350 °C to 450 °C.

The experimental data in Tables II - V also shows that longer contact times at any reaction temperature result in an increased rate of cracking and , therefore, lower yields of liquid products are obtained. Thus, at 450 °C, the yield of liquid products decreases from 66.0% by wt. of charge at 5 minutes contact time to 42.0% by wt. of charge at 25 minutes contact time.

Distillation data of liquid reaction products (Tables II to V ) shows, in general, lower values for the initial and mid boiling points, than in the feed. This is due to the formation of low-boiling hydrocarbons as a result of carcking and dealkylation reactions. On the other hand, the final boiling points obtained are higher than in the feed . This may be due to some condensation and polymerization reactions of aromatics and produced olefins which result in the formation of higher molecular weight products.

The pour points of the various reaction products are lower than those of the initial feed (29 °C). As shown by the data in Tables II - V, the pour points of reaction products range from 26 to 18 °C. The pour points decease with inceasing the reaction temperatures and contact times.

It is apparent therefore, that the experimental conditions which favour the thermal cracking and dealkylation reaction result in the formation of low-boiling range products which reduce the pour points of the reaction products. Within the range of the investigated reaction condition, the minimum pour points of the liquid cracked products obtained is 18 °C at 450 °C and 25 minutes contact time.

This fraction has a high pour point of 29 °C. Hydrocarbon-type analysis of the waxy fraction shows a relatively high concentration of normal paraffins of 20.3% by wt. The iso- and cycloparaffins are present in a concentration of 38.8% by wt. The total aromatic content of the fraction constitutes 36.9% by wt. of which the major components are the mononuclear and binuclear aromatics (12.6 and 20.2% by wt, respectively), while the polynuclear aromatics constitute 0.5% by wt.

Thermal cracking of the waxy distillate fraction has been carried out under a pressure of 3 kg/ $cm^2$. The effect of variation pf reaction temperature over a wide range from 350 °C to 450 °C has been investigated at 5, 10, 15, and 25 minutes contact time. The experimental data obtained is presented in Tables II - V. This data shows that the gaseous products considerably increase with the increase of reaction temperature. As for example, at 5 minutes contact time, the yield of gases are 4.6, 6.5, 15.2, and 34.0% by wt of charge at 350 °C, 400 °C, 425 °C, respectively.

Data in Tables II to V indicates also the significant effect of contact time on the yields of gases, especially at higher reaction temperatures. Thus, at 450 °C and with the increase of contact time from 5 to 25 minutes, the yield of gaseous reaction products increases from 34.0 to 58.0 % by wt. of charge, respectively.

Gas chromatographic analysis of samples of the gaseous products of experiments 13-16 has been carried out. The analytical data obtained is presented in Table VI.

As shown by the data in Table VI, the main constituents of the gaseous products are $c_1$, $c_2$, $c_3$ and $c_4$. Hydrocarbons are present in smaller concentrations. It is apparent that thermal cracking reactions are favoured by longer contact times . Those reactions occur with the various types of hydrocarbons and in particular with straight-chain paraffins. This view is supported by the work of Stubbs and Hinshelwood (23) who have shown that, for straight-chain paraffins, the probability of bond rupture, with respect to the location of the carbon-carbon bond, is greater between the first and second carbon atoms. The probability of rupture decreases rapidly as the break occurs further from the end of the molecule. Sachanen (24) also observed that, at law pressure, paraffins thermally decompose to produce predominantly methane and ethane.

At the various investigated reaction temperatures, the analytical data in Table VI reveals also that the yields of saturated gases are higher than the corresponding yields of the unsaturated having the same number of carbon atoms. For example, at 450 °C, the yields of propane and butanes are 10.3 and 16.3% by wt . of charge, while the yields of propéne and butenes are 8.7 and 1.4% by wt. of charge, respectively.

Table 2 - Effect of variation of reaction temperature at 5 minutes contact time.

| Experiment No. | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Reaction temperature, °C | 350 | 400 | 425 | 450 |
| Reaction products: | | | | |
| Gases, wt % of charge | 4.6 | 6.5 | 15.2 | 34.0 |
| Liquid reaction product: | | | | |
| Yield , wt % of charge | 95.4 | 93.5 | 84.8 | 66.0 |
| specific gravity, 70/70 °C | 0.8226 | 0.8213 | 0.8123 | 0.8069 |
| Distillation , °C | | | | |
| I.b.p. | 185 | 172 | 138 | 132 |
| 10% | 320 | 312 | 271 | 260 |
| 20% | 352 | 346 | 310 | 288 |
| 30% | 361 | 355 | 338 | 312 |
| 40% | 370 | 363 | 349 | 340 |
| 50% | 381 | 372 | 361 | 356 |
| 60% | 403 | 393 | 373 | 367 |
| 70% | 424 | 414 | 395 | 378 |
| 80% | 446 | 436 | 423 | 408 |
| 90% | 463 | 458 | 444 | 440 |
| F.b.p. | 471 | 472 | 474 | 470 |
| pour point, °C. | 26 | 22 | 21 | 20 |
| Liquid product distribu-tion, wt % of charge: | | | | |
| Cut I, b.r.I.b.p. - 275 °C | 2.6 | 5.9 | 10.1 | 11.1 |
| Cut II, b.r. 275 - 350 °C | 12.5 | 15.7 | 21.1 | 15.6 |
| Cut III, b.r. 350 - 375 °C | 25.6 | 27.5 | 19.0 | 16.8 |
| Cut IV, b.r. 375 °C - F.b.p. | 54.7 | 44.4 | 34.6 | 22.5 |

Table 3 - Effect of variation of reaction temperature at 10 minutes contact time

| Experiment No. | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|
| Reaction temperature, °C | 350 | 400 | 425 | 450 |
| Reaction products :- | | | | |
| Gases, wt % of charge | 5.4 | 8.8 | 17.5 | 42.0 |
| Liquid reaction product: | | | | |
| Yield, wt % of charge | 94.6 | 91.2 | 82.5 | 58.0 |
| specific gravity, 70/70 °C | 0.8224 | 0.8210 | 0.8089 | 0.8071 |
| Distillation, °C | | | | |
| I.b.p. | 168 | 116 | 98 | 93 |
| 10% | 324 | 303 | 270 | 245 |
| 20% | 352 | 341 | 295 | 276 |
| 30% | 360 | 353 | 318 | 306 |
| 40% | 368 | 361 | 338 | 335 |
| 50% | 375 | 368 | 357 | 353 |
| 60% | 385 | 378 | 372 | 366 |
| 70% | 406 | 396 | 385 | 378 |
| 80% | 428 | 419 | 409 | 402 |
| 90% | 446 | 438 | 432 | 424 |
| F.b.p. | 470 | 467 | 472 | 471 |
| pour point, °C | 24 | 22 | 20 | 21 |
| Liquid product distribution, wt% of charge: | | | | |
| Cut I, b.r. I.b.p. - 275 °C | 3.4 | 6.2 | 11.3 | 11.0 |
| Cut II, b.r. 275 - 350 °C | 13.7 | 17.2 | 22.6 | 15.1 |
| Cut III, b.r. 350 - 375 °C | 28.0 | 26.0 | 18.2 | 13.0 |
| Cut IV, b.r. 375 °C - F.b.p. | 49.5 | 41.8 | 30.4 | 18.9 |

same way using benzene as an eluent to determine the type of aromatics. The refractive index values (22) of 1.48 to 1.54 corresponded to mononuclear aromatics. The refractive indices of 1.54 - 1.58 corresponded to binuclear aromatics, while polynuclear aromatics had refractive indices higher than 1.58.

**Thermal Cracking Of Morgan Petroleum Products**

Thermal cracking experiments were carried out in a 1 L high pressure autoclave. A nickel - nickel / chrome thermocouple was connected to a pyrometer used as a temperature controller and indicator device. Reaction temperatures in the range of 300 - 450 °C were studied at 5, 10, 15, and 25 minutes contact time . The build - up pressure was kept constant by releasing the pressure to 3 kg/cm$^2$ throughout the course of this work.

The waxy distillate fraction (125 g) was charged in the bomb of the autoclave. After adjusting the reaction temperature, shaking was started for the period of the required contact time . At the end of the reaction, the autoclave was left to cool overnight. The gaseous product was released and its volume was recorded.

Individual hydrocarbon analysis of the gaseous products from some experiments was carried out by GLPC using an F&M gas chromatograph, model 1609, with a hydrogen flame ionization detector. The partition column (6 ft.) was packed with diisodecylphthalate (40%) mixed with Celite 545 connected in series with 16 ft. dimethylsulpholane column (40%). The column was operated at 30 °C and the flow rate of the carrier gas nitrogen was 40 ml/min.

The liquid reaction product, after being collected was distilled under vacuum (0.5 mm Hg) into four cuts having the following boiling ranges : I.B.P. - 275 °C (cut I ), 275-350 °C (cut II), 350-375 °C (cut III), and 375 °C -F.B.P. ( cut IV ). Each cut was tested for specific gravity and pour point.

A sample of Morgan fuel oil was topped by distillation under reduced pressure of 0.5 mm Hg . Removing the light ends of the fuel oil, 10 or 30% by volume yielded one of two types of fuel oil: A or B.

On parallel lines, thermal cracking of the two types of fuel oils A and B was carried out as previously described.

The effect of variation of reaction temperature in the range of 300 - 425 °C was examined at 15 minutes contact time and a pressure of 3 kg/ cm$^2$ . The reaction products of the thermal cracking of fuel oil were also tested as before.

**RESULTS AND DISCUSSION**

Middle and heavy distillates of Morgan crude oil have high pour points due to the presence of high concentration of paraffin waxes. This problem has stimulated a number of investigations in our laboratory to reduce the pour point of these distillates via the use of natural and synthetic pour point depressants. Resins, asphaltenes, and bitumen (1,2), as well as basic and neutral bis (dialkylphenyl) dithiophosphates (3) have been reported as effective pour point depressants for some middle distillate fuels from local crude oils. In addition, chlorination has been examined as a pathway for pour point depression of waxes and waxy distillates (4,5).

The present investigation deals with another approach to the solution of the above-mentioned problem. A Morgan waxy distillate fraction is thermally cracked, under mild conditions, with the main objective of depressing its pour point. The products of thermal cracking are also studied to explore the nature of the various fractions and gaseous products obtained . On parallel lines, thermal cracking of Morgan fuel oil fractions is carried out.

**Thermal Cracking of Morgan Waxy Distillate Fraction**

The specifications and analysis of a 375 - 468 °C fraction of Morgan waxy distillate are presented in Table I.

Table 1- Specifications and hydrocarbon - type analysis of Morgan Waxy Distillate Fraction.

| | |
|---|---|
| Specific gravity, 70/70 °C | 0.8498 |
| Viscosity Red. I at 37.8 °C, sec. | 130 |
| Viscosity Red. I at 50 °C, sec | 92 |
| Average molecular weight | 408 |
| Distillation, °C | |
| I.P.b. | 375 |
| 10% | 384 |
| 20% | 387 |
| 30% | 394 |
| 40% | 397 |
| 50% | 410 |
| 60% | 418 |
| 70% | 426 |
| 80% | 450 |
| 90% | 460 |
| F.b.p. | 468 |
| | |
| pour point, °C | 29 |
| Hydrocarbon - type Analysis , wt % | |
| Normal paraffins | 20.3 |
| Iso - and cycloparaffins | 38.8 |
| Mononuclear aromatics | 16.2 |
| Binuclear aromatics | 20.2 |
| polynuclear aromatics | 0.5 |
| Resins | 2.8 |
| Loss | 1.2 |

# POUR POINT DEPRESSION OF WAXY DISTILLATE AND FUEL OIL VIA VISBREAKING

By
R.M. Habib**, M. El- Emary* **, Y. Barakat**, and F.M. Ebeid**

## SUMMARY

A Waxy distillate fraction having a boiling rang of 375 - 468 °C and a pour point of 29 °C is thermally cracked under mild conditions.Reaction temperatures ranging from 350 °C to 450 °C are investigated at 5, 10, 15, and 25 minutes contact times . On parallel lines, fuel oils A and B with pour point of 32 °C and 42 °C respectively are thermally cracked at 300° - 400 °Cand a contact time of 15 minutes. All reactions are carried out in a 1 liter autoclave at a pressure of 3 kg/ $cm^2$. Data is presented to show that a minimum pour point of 18 °C of waxy distillate is obtained at 450 °C and 25 minutes. The pour point of fuel oils A and B are decreased to 21°C and 14 °C at reaction temperatures of 400 °C and 350 °C . respectively.

## INTRODUCTION

Previous investigations in our laboratory have dealt with the pour point depression of some local petroleum distillates through various approaches including the use of resins and asphaltenes (1,2). metal dithiophosphates (3), and chlorination (4,5).

Visbreaking which is a mild thermal process. is also applied successfully to reduce the pour point and viscosity of heavy petroleum products. Reaction temperatures and residence times are the two main operating variables that govern the extent of conversion in a visbreaking process. Several investigations have been carried out to explore the reaction mechanism (6 - 9) and to control the quality and yield of the valuable reaction products (10-13). Definite advantages of visbreaking are the low investment and operating costs in addition to the relatively simple technology (14- 16). In 1993, visbreaking constituted more than 50% of the worldwide residue processing units (17).

The main objective of the present work is to clarify the role of visbreaking in depressing the high pour points of Morgan waxy distillate and fuel oil products.

## EXPERIMENTAL Morgan Waxy Distillate Fraction

### Distillation

A sample of Morgan waxy distillate was distilled under reduced pressure of 0.5 mm Hg . The fraction boiling between 375° and 468 °C was collected which represented about 30 per cent by weight of the waxy distillate.

This fraction was tested for specific gravity, pour point (18), viscosity (19), average molecular weight (20), and distillation rang.

### Hydrocarbon - Type Analysis

The waxy distillate fraction (100 g), dissolved in the least amount of petroleum ether (60-70 °C), was introduced at the top of a chromatographic column (150 cm long and 5 cm diameter), packed with silica gel (28 - 200 mesh). The silica gel was previously activated by heating at 300 °C for 3 hours. Elution was carried out with 3 L of petroleum ether (60-70 °C), then with 2 L of benzene and finally with 1 L of methanol, successively. The saturates were eluted with the petroleum ether and the aromatic hydrocarbons with the benzene. The methanol was used to sweep the column.

The saturated hydrocarbons and the aromatic content present in the waxy distillate fraction were then collected by distilling off the solvents, followed by drying in an oven at 100 °C to a constant weight.

The saturates were treated with urea to determine the straight chain paraffin content (21). The rest was examined by a chromatographic column (130 cm long and 3 cm diameter) packed with silica gel of the same mesh size, using also petroleum ether (60 - 70 °C ) to elute the iso- cycloparaffins and traces of aromatics. The petroleum ether in each 100 cc of the elute was removed by distillation and the residue was weighed and its refractive index was determined. The iso - and cycloparaffins had refractive indices not exceeding 1.48 (22).

The aromatic portion was also examined in the

* Lecturing at Suez Canal University, Ismaelia, Egypt.
** Egyptian Petroleum Research Institute, Nasr City, Cairo, Egypt .

*REFERENCES*


1- *Bryant, R.S.and Burchfield, T.E., "Review of Microbial Technology for Improving Oil Recovery, " SPE Reservoir Engineering, May 1989, PP. 151-54.*

2- *Awad , A., "A Laboratory Study of the Microbial Enhanced Oil Recovery", MS Thesis, King Saud University, 1994.*

3- *Desouky, S., "Theoretical and Experimental Studies on Microbial Enhanced Oil Recovery", Ph.D. Thesis Cairo University, 1995.*

4- *Sayyouh, M.H. and Al-Blehed, M., " Using Bacteria to Improve Oil Recovery from Arabian Fields", Microbial Enhanced Oil Recovery Book, Edited by Ed. Premuzic, Elsevier, 1993.*

5- *Sayyouh, M.H. and Al-Blehed, M., " Effect of Microorganisms on Solution Interfacial Forces and Phase Variation for MEOR Oil Gas European Magazine, Vol. 3 1994.*

6- *Magot , M. Caumette, P. Desperrier, J.M., Matheron, R., Dauga, C., Grimont F., and carreau, L., "A Sulfate-reducing Bacterium Isolated from an Oil Producing Well", Int. J. System Bacterial., Nov. 1992.*

7- *Bernard, F.P. and Connan, J., "Indigenous Microorganisms in Connate Water of Many Oil Fields- A New Tool in Exploration and Production Techniques", SPE 24811, 1992.*

8- *Russel, H.H. and Grula, M.M. : "Nutritional Aspects of MEOR", Oklahoma State Univ., Stillwater, OK 74078, (405) 624-5768.*

9- *Institute of Petroleum, "Standard Method for Testing Petroleum and Its Products," 1948.*

10- *Abdel -Waly , A.A., Almalik , M.S. and Mahrous, M.F., "Effects of Activating Indigenous Microorganisms on Physical and Interfacial Properties of Oil and water", ( to be published).*

11- *Gaudy, A.F. Gaudy, E.T., " Microbiology for Environmental scientists and Engineers", McGraw-Hill Book Co. , New York, 1980.*

12- *Premuzic, E.T. and Lin, M.S. ,"Prospects for Thermophilic Micro-organisms in Microbial Enhanced Oil Recovery", Proceed., Intl. Conf. on MEOR, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, 1990, PP. 277-95.*

13- *Gaudy, A.F, Obayashi, A., and Gaudy, E.T. "Control of Growth Rate by Initial Substrate concentration at Values Below Maximum Rate," Applied Microbiology, 22,1971,pp. 1941 -47.*

14- *Buffaloe, N.D. and Ferguson, D.V., " Microbiology, " Houghton Mifflin Co., Boston, 1981.*

As a result of microbial growth, acids and probably carbon dioxide would be produced, some of which would react with the carbonate to increase the pore spaces and to produce more carbon dioxide. Carbon dioxide in the gaseous form would expand producing a microscopic drive mechanism as occurred in the experiments conducted, where the displacement pressure is not high, however, at high reservoir pressure, gases generated from bacterial growth may dissolve with crude oil at reservoir conditions and reduce oil viscosity causing it to swell and consequently improve oil recovery.

To discuss the recovery mechanism in presence of carbonate, two equal volumes of tested nutrient solutions and crude oil were incubated at 25°C for eight days in closed cylinders in presence of 10% by weight ground carbonate. The aqueous phases containing microbial metabolites were withdrawn and interfacial tension between fresh crude oil and these metabolites was measured. Fig. 12 displays a comparison between IFT values in presence and absence of carbonate versus molasses concentration. It is clear from these results that some of carboxylic acids produced by bacteria that played as a biosurfactant in absence of carbonate have been consumed by carbonate to produce carbon dioxide. This decreased the reduction in IFT as shown in Fig. 12 and has given an indication that the biosurfactants produced by bacteria are mainly carboxylic acids. So the driving mechanism in presence of carbonate is related to carbon dioxide production in addition to biosurfactants not reacting with the present carbonate.

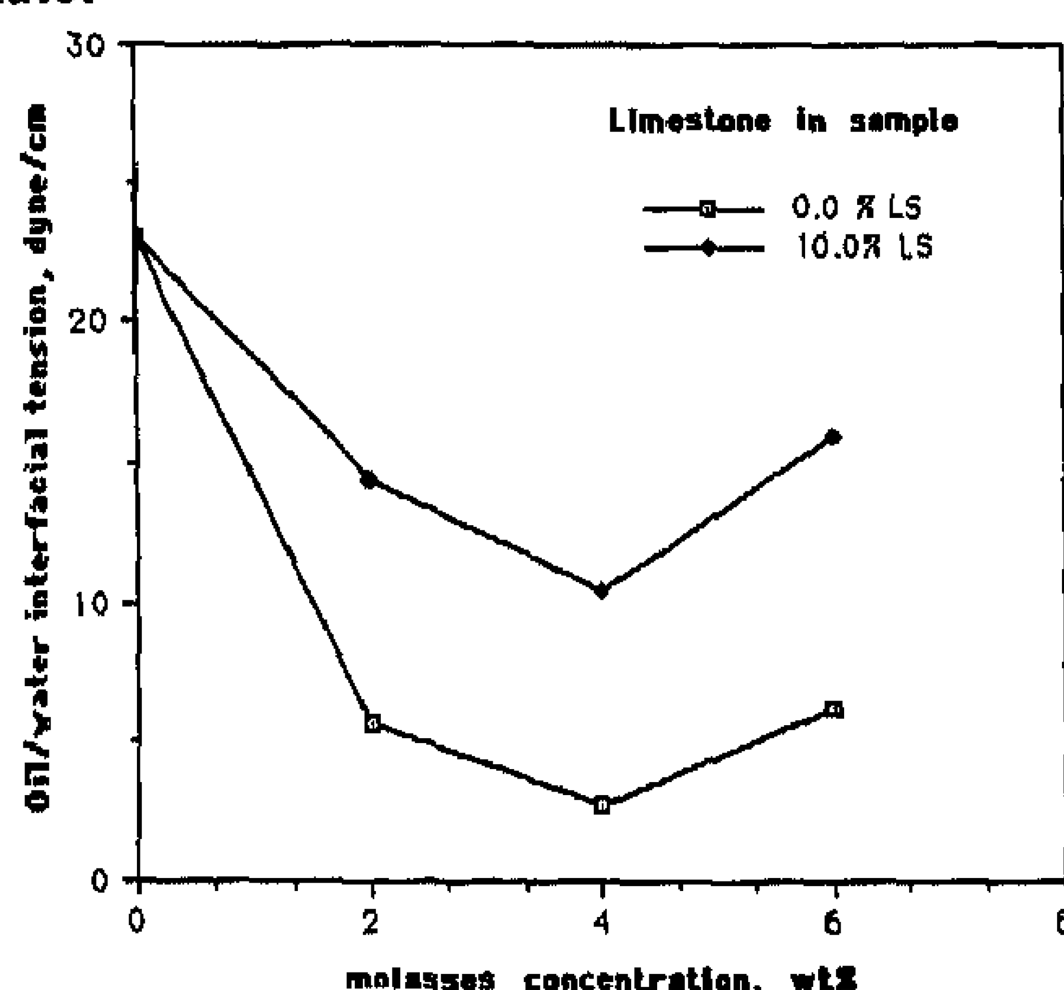


Fig. 12- Effect of limestone on oil/water interfacial tension after incubation at 25 °C.

Another principal effect of carbon dioxide is the rock dissolution as a result of the acid reaction with the carbonate. This may change the rock wettability which affects positively oil recovery.

## CONCLUSION

The following conclusions were derived from this work:

- The bacterial population indigenous in the formation of water and crude oil could be activated by molasses based nutrient to produce biosurfactants, acids, polymers, and gases.
- Nutrient concentration of 4% was the optimum one at which the indigenous microorganisms in the used formation water have given maximal growth and maximal metabolic products, and consequently resulted in higher MEOR.
- The indigenous microbial growth was better at 25°C incubation temperature and this was reflected upon the oil recovery. However, at higher temperature, 60°C, some of thermophiles grow to produce metabolites and enhance oil recovery, but to lesser degree.
- The carbonate provides a buffering capacity for complete fermentation to occur where it neutralizes the acids produced to allow microbial growth to continue.
- The improved displacement efficiency in carbonate free sandpacks was thought to be related to IFT reduction that resulted from low molecular weight fatty acids whereas some of which is considered as anionic surfactant.
- In carbonated sandpacks and as a result of microbial growth, the acids produced react with the carbonate to produce more carbon dioxide. The expansion of carbon dioxide provides a microscopic driving mechanism, This mechanism, in addition to the change that may occur in the rock wettability due to rock dissolution, both were thought to be responsible for the improved oil recovery.
- Other conditions being the same, oil recovery increases with increasing carbonate content. However, carbonate content over 20% had no effect on oil recovery.

## ACKNOWLEDGEMENT

The author is grateful to the Bahrain National Oil Company for providing crude oil, formation water and carbonate core used in this work.

Thanks also to Engr. M.F. Mahrous, the teaching assistant in Petroleum Engineering Department, and Dr. A. Higgo, the Microbiologist, in the College of Agriculture, K.S. University for their assistance.

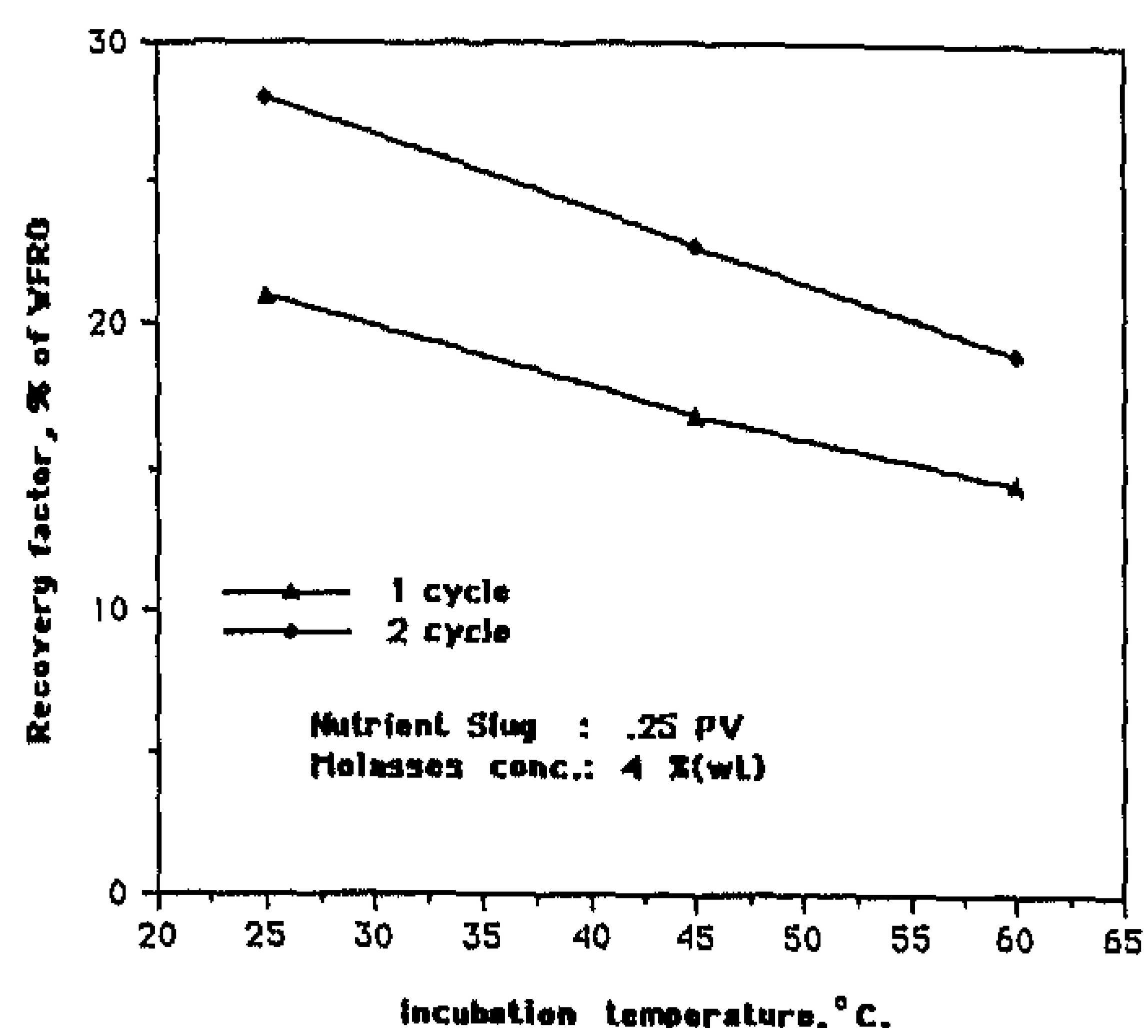



Fig. 8- Recovery factor versus incubation temperatures for one & two nutrition cycles

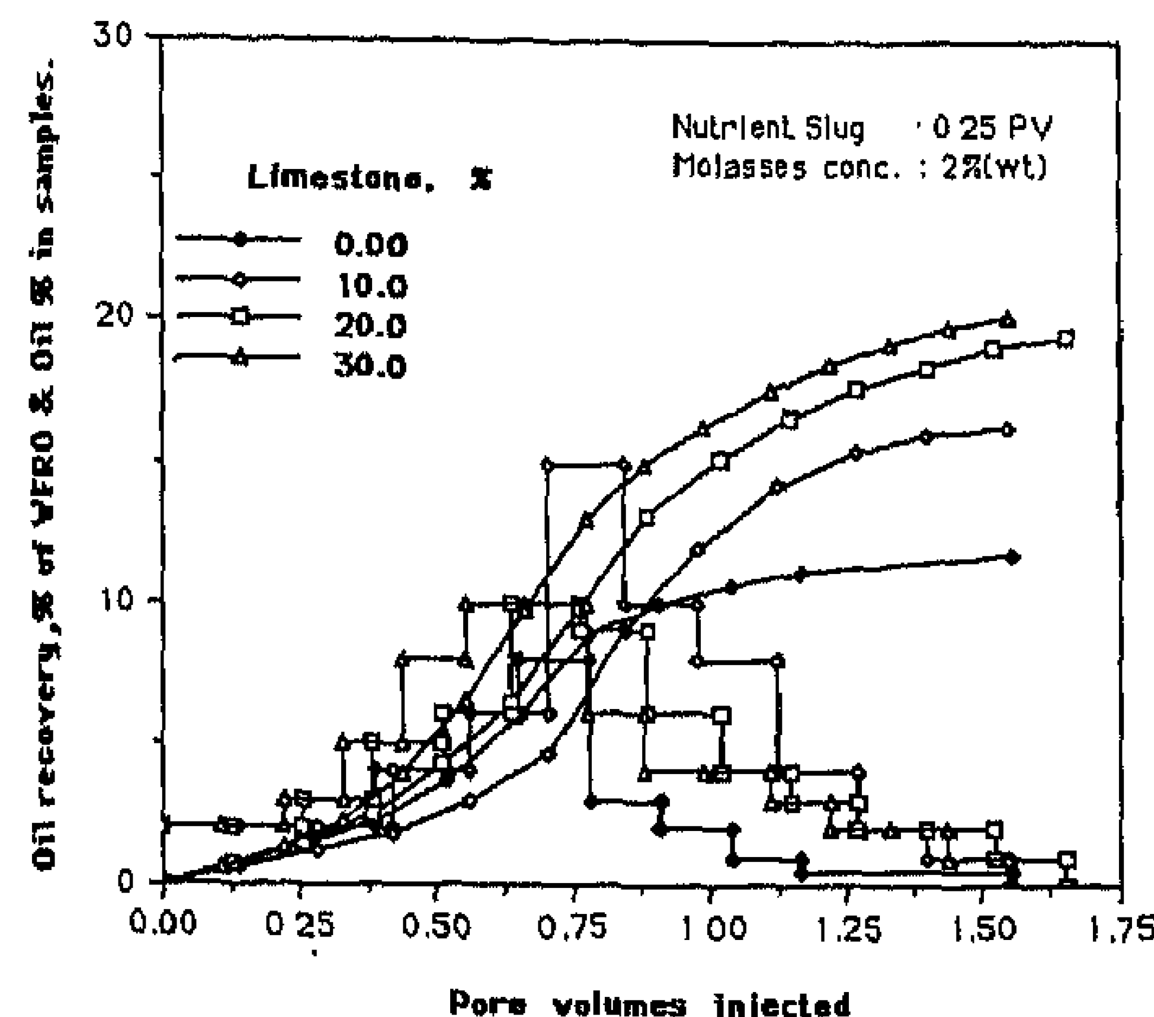



Fig. 9- Effect of limestone percent on oil recovery ( one cycle of nutrition at 25 °C. incubation temperature).

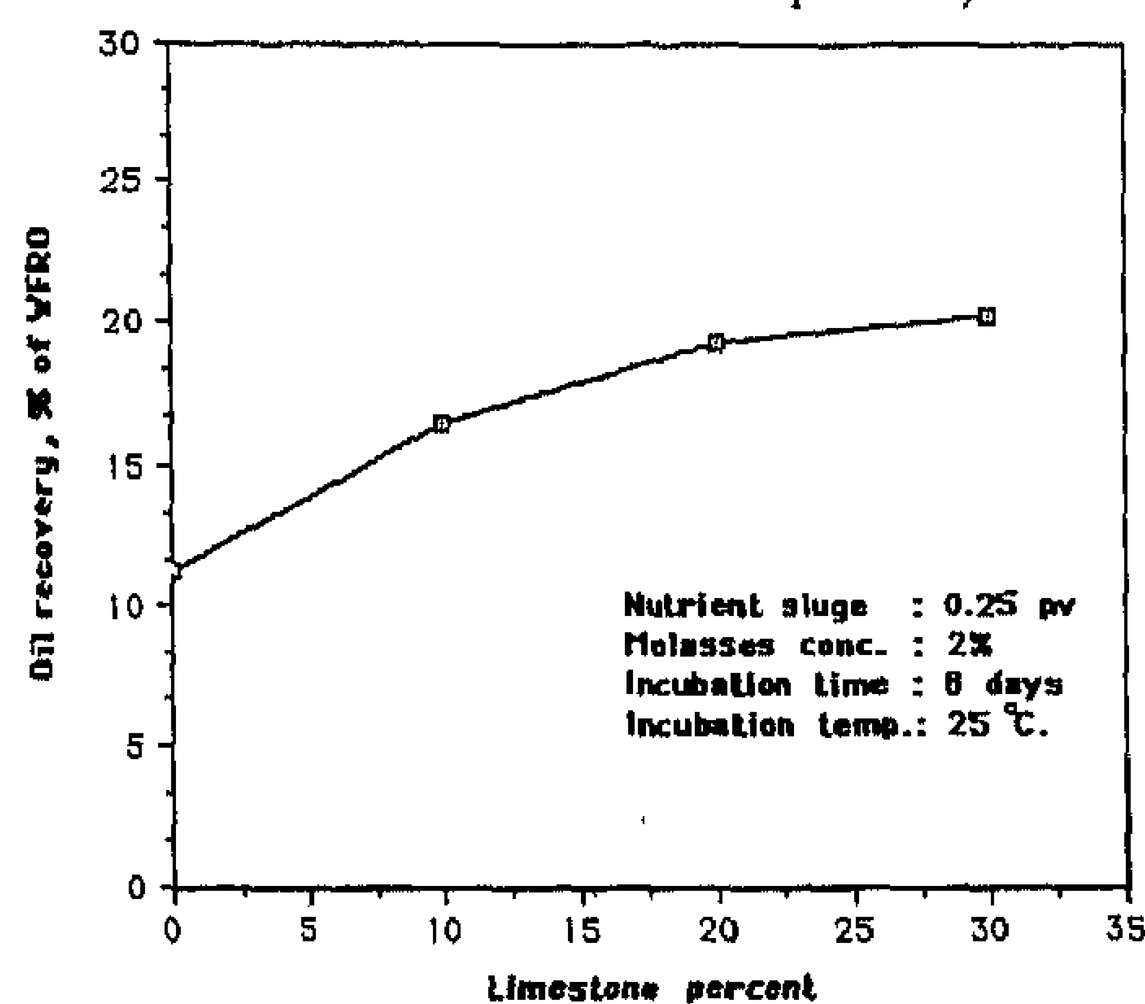



Fig. 10- Effect of limestone percent on oil recovery

## 3- Effect of Carbonate Content

Experiments were carried out at 25°C for carbonated sandpacks. A limestone core from the same formation which crude and water were obtained was used in preparing the packs. Before use the core was ground to fine powder and thoroughly mixed with the unconsolidated sand to get a homogenous mixture of all pack constituents, and to ensure that all components of the pack were distributed. The carbonate content in the mixtures were 10, 20, and 30 % by weight. The nutrient used for the tests consisted of 2% by weight molasses and 0.1% ammonium phosphate. Nutrient slug of 0.25 pore volume was injected in the sandpack directly after waterflooding, allowed for incubation for 8 days at 25°C and followed by water injection. The samples produced were collected and left for separation in closed graduated cylinders. After recording the oil produced, the pH for aqueous phase was measured and plotted versus the pore volume injected. Fig. 9 shows the results of displacement experiments. The oil recovery factors after 1.5 pore volumes water have been injected were 11.5, 16.6 ,19.1, and 20.2% of the waterflood residual oil for carbonate contents 0.0, 10, 20, and 30 % , respectively. The effect of carbonate content on oil recovery was summarized in Fig. 10. From these figures it is noticed that the oil recovery by indigenous microorganisms was increased from 11.5 to 19.1% as the carbonate increased from zero to 20% by weight in the sandpacks. A slight increase in oil recovery was recorded for carbonate content over 20% (i.e. for 30% carbonate content the oil recovery was 20.2%).

The pH values for the aqueous phase of the samples produced for 0.0, 10, 20, and 30% carbonate content in the sandpacks were shown in Fig. 11. The lowering of pH have been reported for the samples produced from sandpack(0.0% L.S), where the pH was lowered to a minimum value of 4.4 after 0.75 pore volumes of sandpack fluids have been displaced and then increased again with more fluids produced. The injected water has displaced the microbial metabolites containing acids with the liquids produced and this explains the behavior of pH curve for sandpack. In cases of carbonated sandpack, it was noticed that the pH for the samples produced were in the range from 6 to 6.5 which is high enough to allow microbial growth to occur. So, the carbonate played an important role as an acid neutralizer and provides a buffering capacity for a complete fermentation for nutrient to occur.

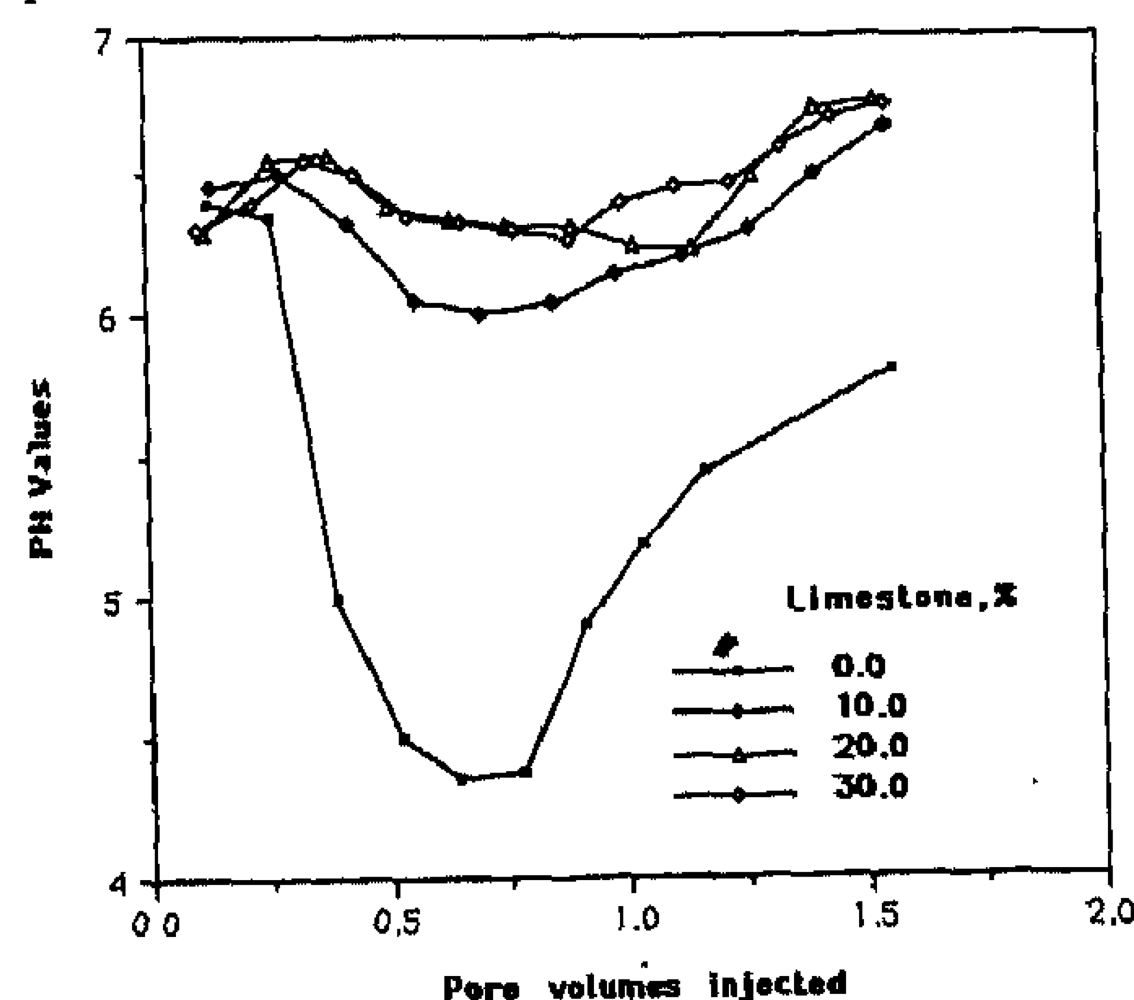



Fig. 11- PH values of aqueous phase in produced samples for different limestone percentages

metabolites. Some types of fatty acids such as carboxylic acid is considered as anionic surfactant. It reduces the interfacial tensions between oil and water. The reduction in interfacial tension between crude oil and water depends upon types and concentrations of salts in aqueous phase. These carboxylic acids or their salts which are considered polar compounds may be adsorbed on the rock surface to change wettability.

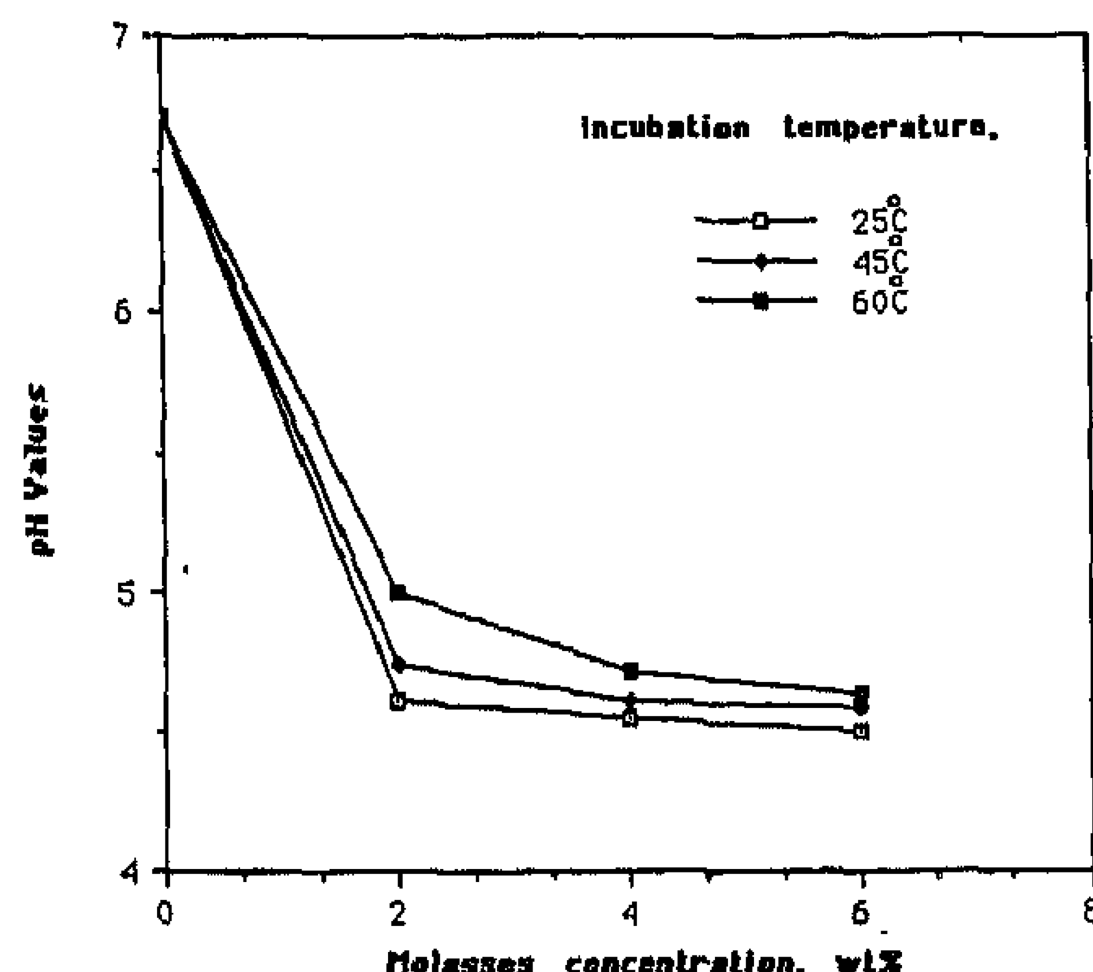


Fig. 5- Effect of molasses concentration on pH values for different incubation temperatures.

Fig. 6 shows the aqueous phase viscosity versus molasses concentration after incubating nutrients with the crude oil at different incubation temperatures. The increase in viscosity from one to 1.35 cp was noticed for used nutrient concentrations at 25°C incubation temperature. This viscosity was lowered at higher incubation temperatures.

Bacteria attracted to rock surface grows upon the injected nutrients and produces biosurfactants, acids, gases and biopolymer. The secreted polymer increases the aqueous phase viscosity to improved sweep efficiency. However, the alcohol which is a microbial metabolite reduces this viscosity.

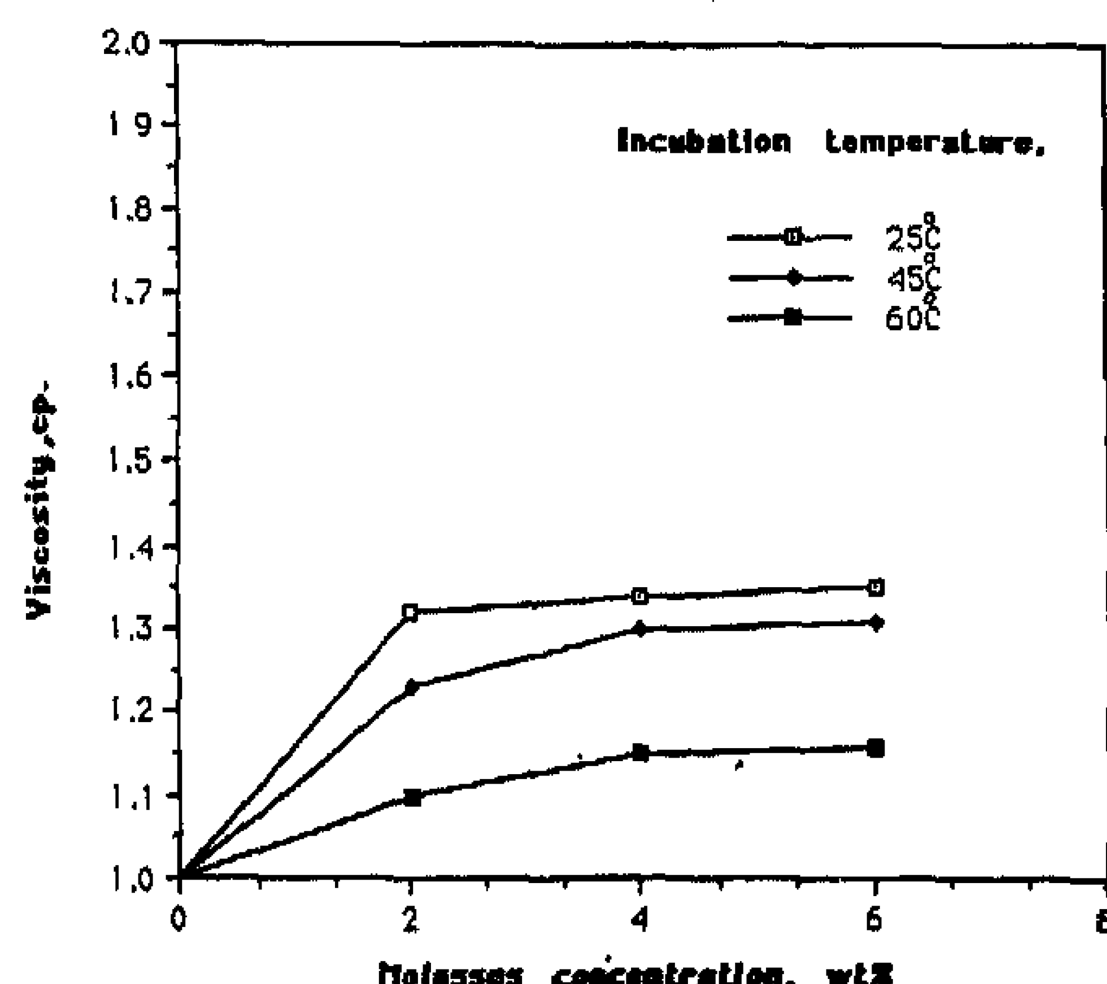


Fig. 6- Effect of molasses concentration on water viscosity for different incubation temperatures

## 2- Effect of Temperature

The sequence of steps that include nutrient injection, incubation, displacement, refeeding, incubation and displacement was conducted at three temperature levels of 25, 45 and 60°C. Fig. 7 shows the production histories and cumulative oil recoveries at these temperatures. The nutrient slugs used were 0.25 PV of 4% by weight molasses concentration. The oil recovery factors per cent from the waterflood residual oil were 28, 22.8, and 19% at incubation temperatures 25, 45, and 60°C, respectively. It is clear that the oil recovery decreases with increasing the incubation temperature.

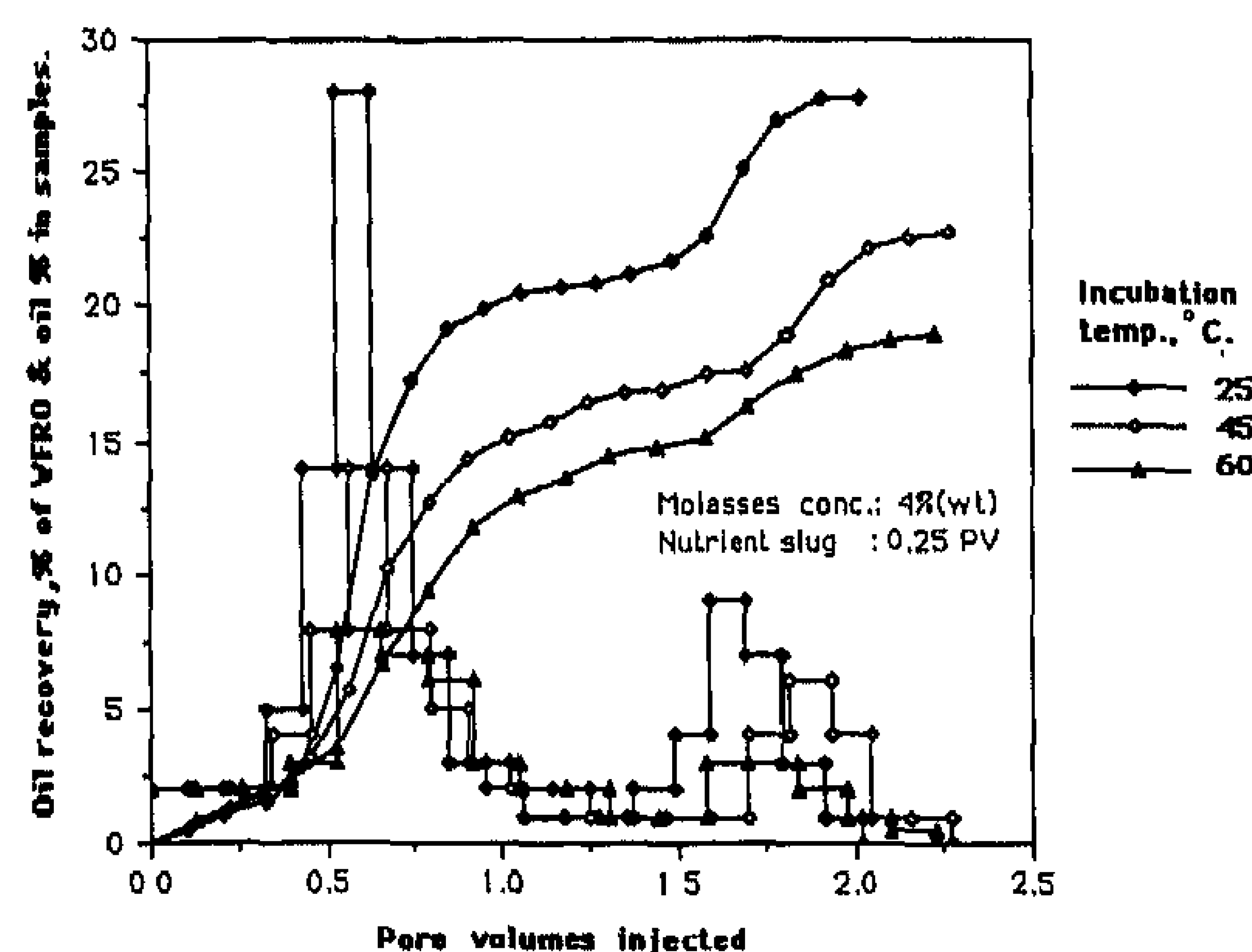


Fig. 7- Effect of incubation temperature on oil recovery, ( two cycles of nutrition for sand packed model)

Previous investigations [13] showed that the indigenous bacteria in formation water and oil is characterized by heterogenous microbial populations. Each microorganism in those population has an optimal growth temperature at which the highest rate of reproduction occurs. The optimal growth temperature is defined by the maximal growth rate (shortest generation time). Different microorganisms have different optimal growth temperature. Mesophiles which constitute by far the largest group of bacteria grow at temperature ranging from 20 to 50°C, while thermophiles grow at temperatures ranging from 40 to 90°C [14]. The maximal growth rates reflect on the microbial metabolites which in turn resulted in the organic acids and biosurfactants that reduce the oil/water interfacial tensions and decrease the pH value as shown in Figs. 4 and 5. This behavior was directly correlated with the results obtained in Fig. 7, where at higher temperature, 60°C, some of bacterial populations grow and its metabolites affect positively upon the oil recovery. Fig. 8 presents the variation in recovery factor with the incubation temperature for one and two cycles of nutrition.

6% molasses concentration. When using 4% molasses concentration the oil recovery was 20% higher than that in the base run (0.0% molasses concentration)

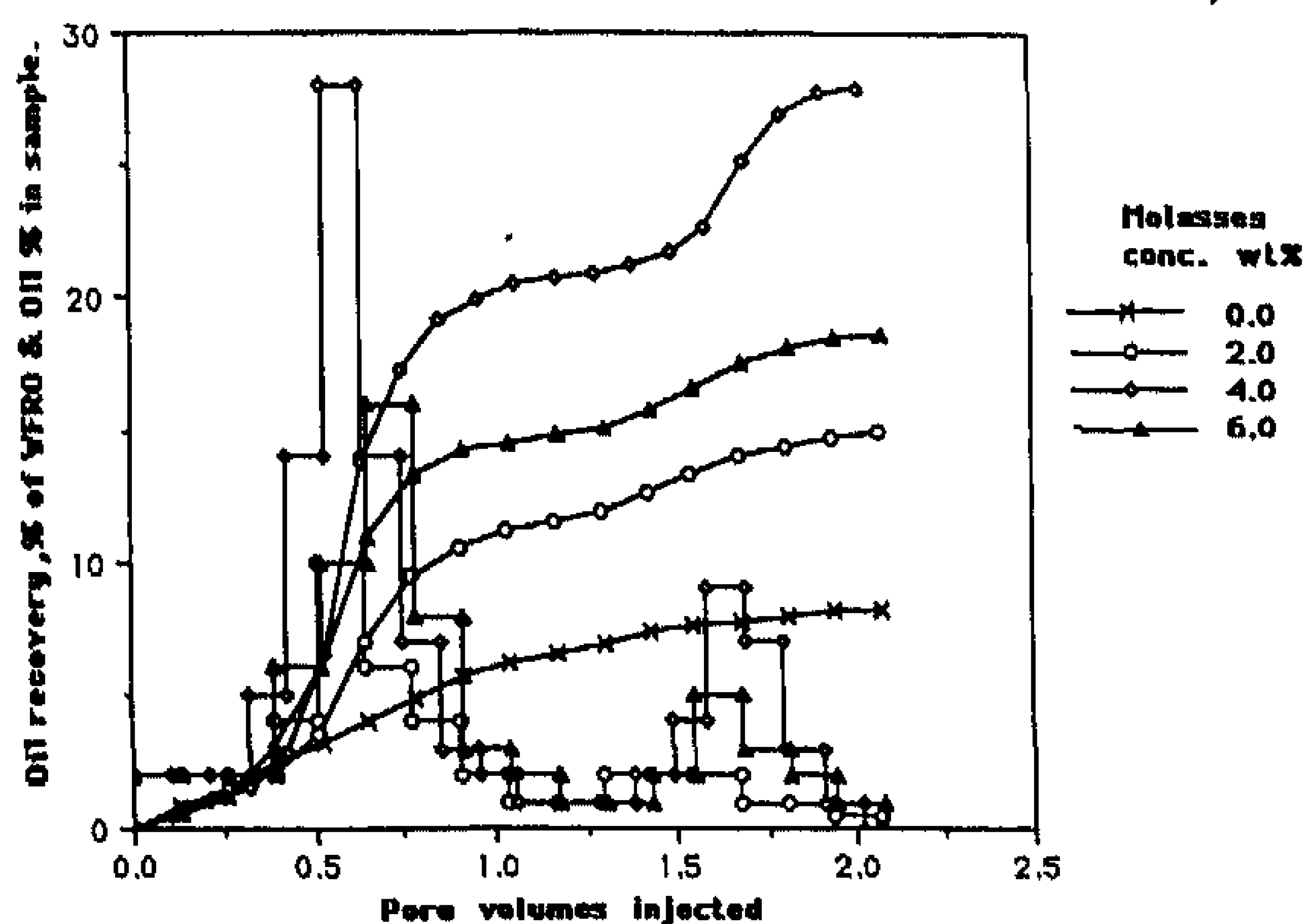



Fig. 2- Effect of molasses concentration on oil recovery ( two cycles of nutrition at 25 °C. incubation temperature)

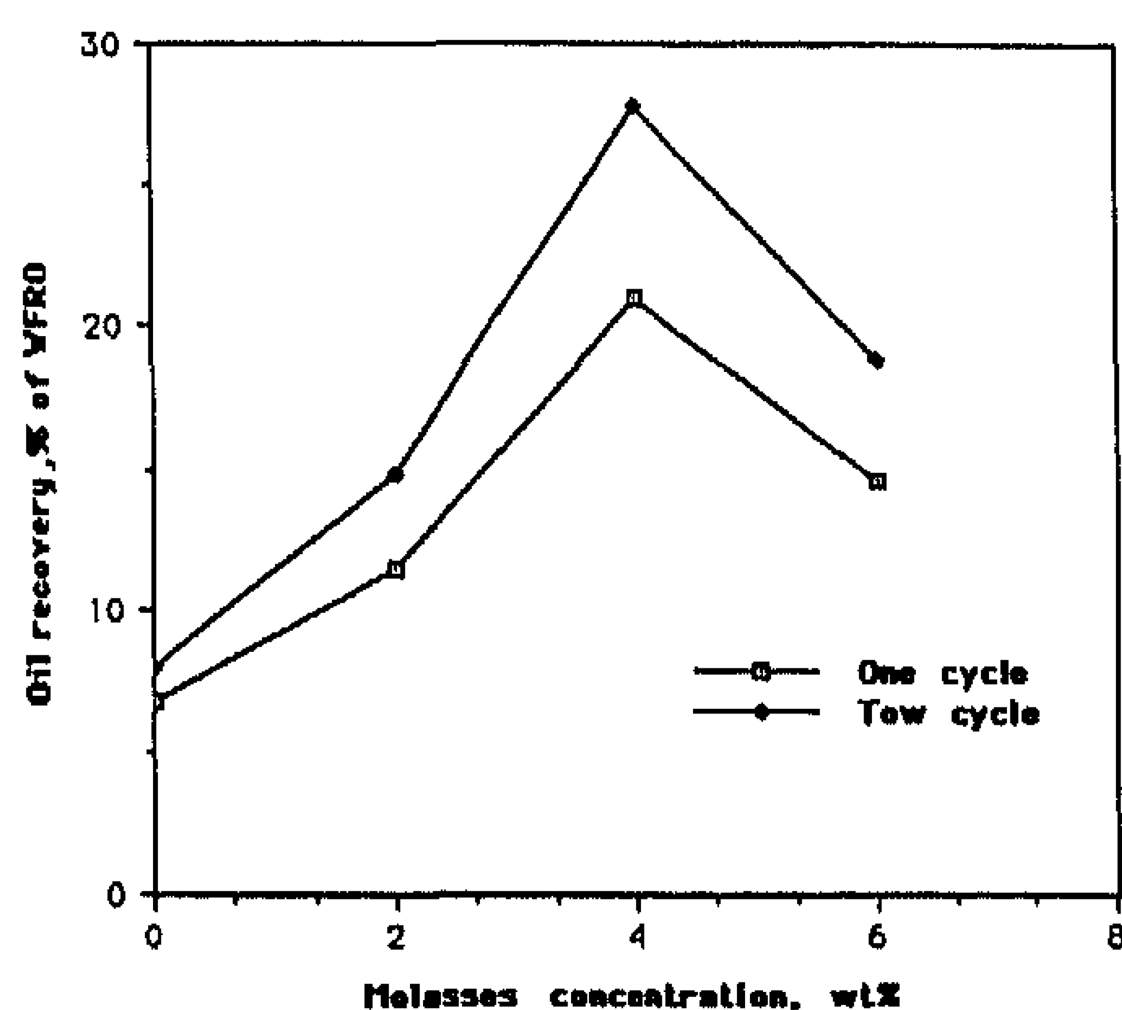



Fig. 3- Oil recovery after first and scond nutrition cycles for different molasses concentration at 25 °C. incubation temperature)

It can be seen from the experiments that nutrition of indigenous microorganisms recover more oil from waterflooded sandpacked model than displacement without nutrition. These results may be related to the reduction in interfacial tension between aqueous phase and crude oil, (Fig. 4). The interfacial tension (IFT) values between crude oil and medium containing microbial metabolites are plotted versus molasses concentration for incubation temperatures 25,45 and 60°C. It is clear from figure 4 that the interfacial tension values were reduced with increasing nutrient concentration and reached a minimum at 4% by weight molasses concentration. IFT was lowered from 23 dyne/cm for oil/brine system to about 3.0 dyne/cm for oil-medium containing microbial metabolites for incubation temperature 25°C. This IFT behavior is thought to be the main reason for the increase in oil recovery due to the imporvement in displacement efficiency.

The growth in-situ of indigenous bacteria requires injection of nutrient medium into the formation. The

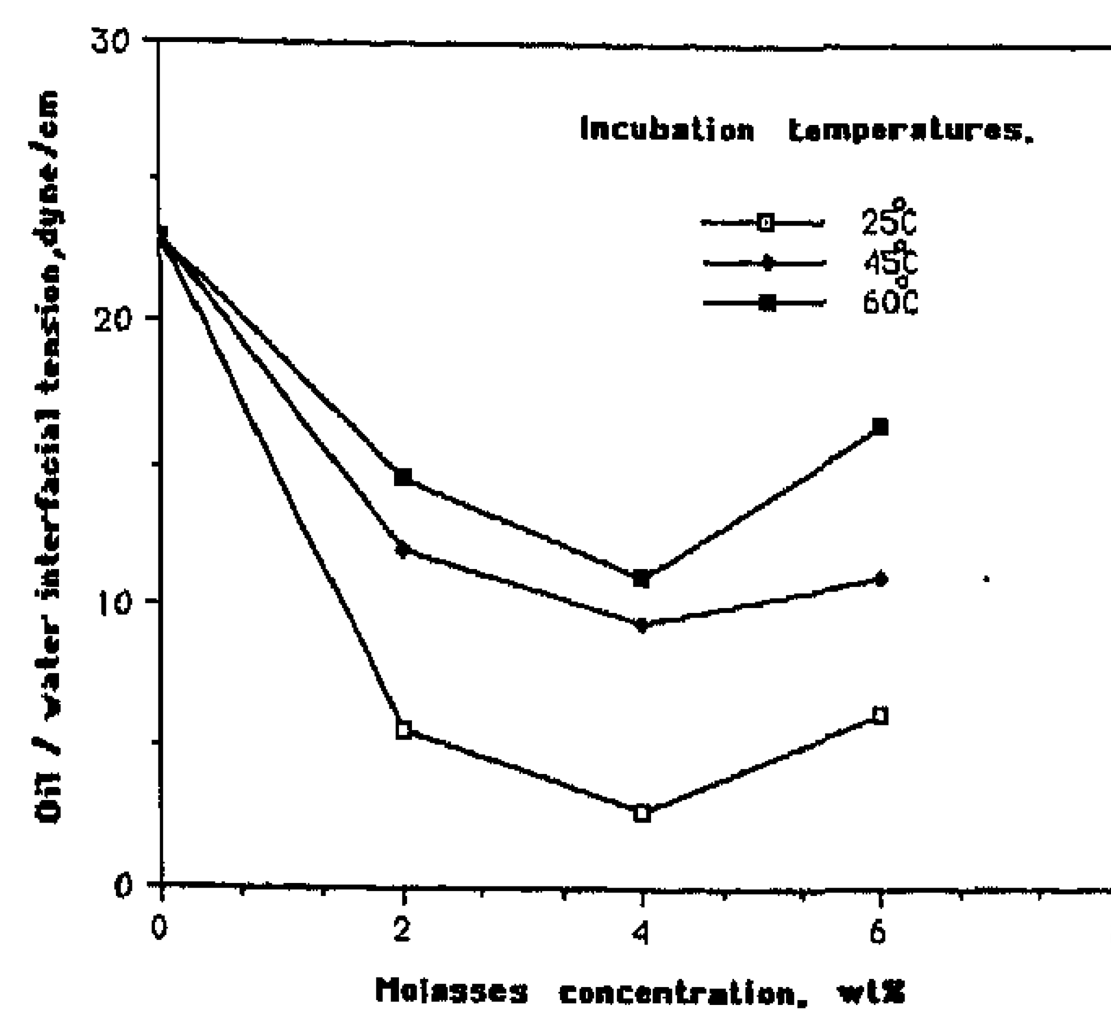


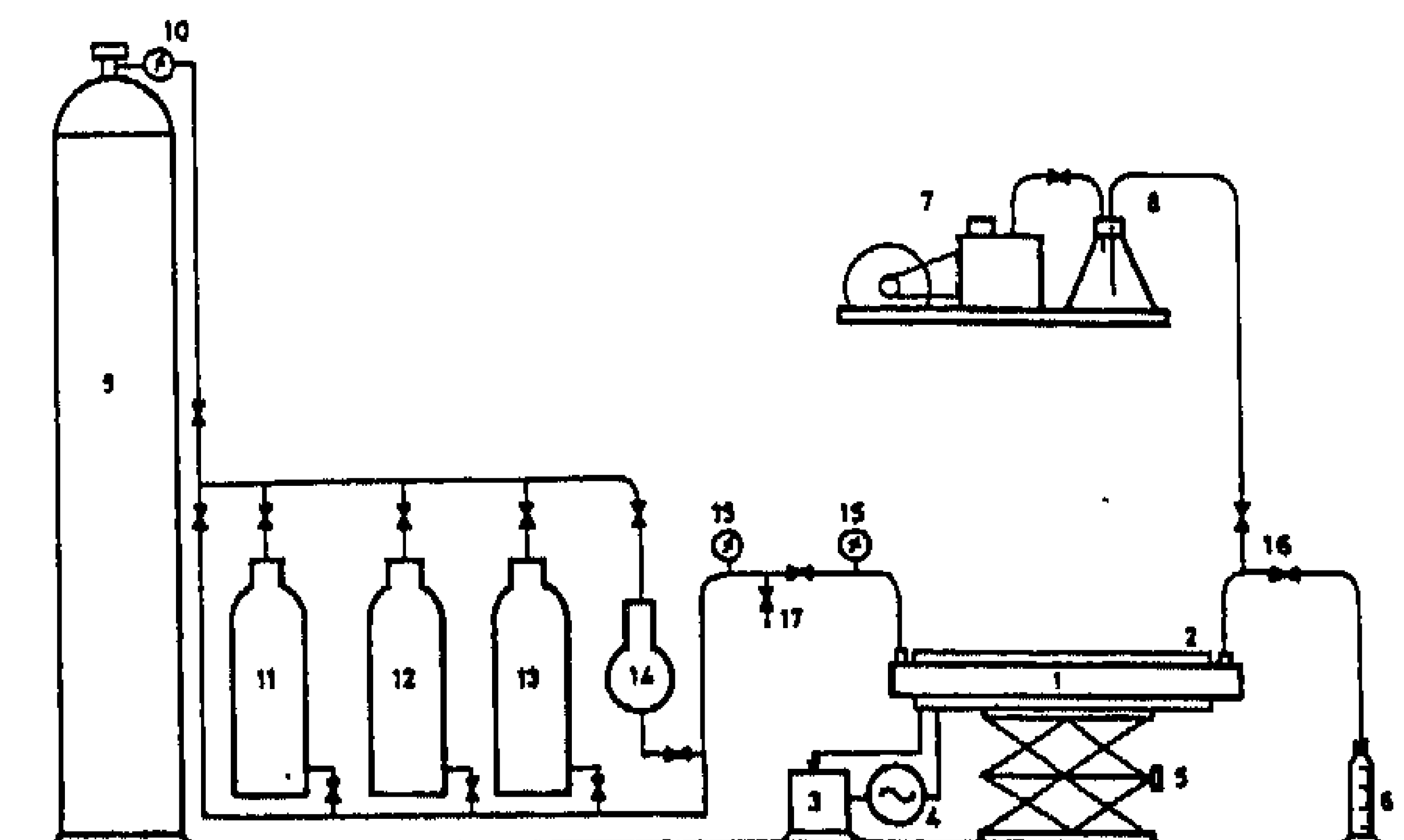

Fig. 4- Effect of molasses concentration on oil /water interfacial tension for different incubation temperatures

nutrient medium should consist of those growth factors necessary for the production of biosurfactants in sufficient quantities to facilitate the movement of oil from reservoir rock. The nutrient medium concentration should be selected such that, completely utilized at the end of microbial fermentation. Growth of bacteria results from assimilation of those nutrient materials to increase the number of bacterial cells. Previous investigators [11] found a relationship between bacterial growth and nutrient concentration. Their results showed a peak of bacterial concentration at a minimum consumption of nutrient. There are many reasons that bacteria do not grow indefinitely, including exhaustion of nutrients, crowding, growth-induced changes in chemical environment and production of toxic substances [11]. In the present study the 4% by weight molasses is considered to be the optimum concentration at which microorganisms have given a maximal growth and maximal metabolic products. Increasing nutrient concentration beyond 4% may restrict assimilation of nutrient material.

Fig. 5 shows the variation of the pH-values versus molasses concentration after incubation with crude oil at different incubation temperatures. The pH-value was decreased from 6.8 at 0.0% molasses concentration to about 4.5 at molasses concentration 4% by weight for 25°C incubation temperature. The minimum pH-value slightly increased as the incubation temperature was increased. The lowering of the pH is a result of microbial growth. Microbial growth can cause the lowering of the pH either from respiratory metabolism or from production of acids. Bacteria produce metabolic products such as low molecular weight fatty acids. The previous studies by Premuzic and Lin [12] showed that lactic, carboxylic, propionic and isobutyric acids were present in the aqueous phase as a microbial

producer to prevent fine grains movement. A vacuum pump was used to evacuate the model and connections before the start of every experiment . Four stainless-steel tanks were used for oil, formation water, displacement water, and nutrient slug. A pressurized nitrogen cylinder was used to provide the necessary pressure to inject any of the different liquids into the model. The pressure at the inlet of the model was measured by a pressure gauge. An incubation assembly consists of an electric heating taps and adjustable thermostat was used to control the incubation temperature.

The sandpack was evacuated then saturated with formation water . From the volume of the water used for the saturation process the pore volume and effective porosity were calculated . In all sets of displacement experiments, the effective porosity of the packed model was in the range from 35 to 36 percent. Absolute permeability was obtained by circulation formation water through the sandpack and measuring the flow rate of water at a given pressure drop across the sandpack. The absolute permeability for sandpack was in the range of 3.5 darcies . This range was differed when ground limestone was added to sand mixture. The model was then saturated with crude oil by continuous injection of oil until the water cut in the effluent was less than 1 %. At this moment, the initial saturation conditions of the reservoir were supposed to be achieved and a brine of 20000 ppm NaCl salinity was used for waterflooding stage. The brine injection was continued until the oil cut in the produced samples was less than 2%. The oil recovered by waterflooding was calculated and subtracted from the initial oil in place to find the volume of oil remained. This remaining oil has been expressed by water flood residual oil (WFRO), which is the target of the study. A nutrient slug of 0.25PV then was injected in the model and left for incubation at constant temperature. The pressure of the system was watched during incubation period . The pressure started to increase after the second day and reached its maximum value ( about 9.0 psi for sandpacks and 16 psi for sandpacks containing ground limestone ) after eight days. No change in pressure was noticed after this period and it is believed that the microorganisms have reached their maximal growth after eight days of incubation at tested conditions [10]. After incubation, the sandpack was flooded again with 20000 ppm brine. The liquids produced were collected continuously in graduated cylinders of 100 cc volume, the amount of oil and water in the produced samples were determined and the pH values for produced water in samples were measured. The model was then refeeded with 0.25 PV nutrient slug of the same concentration as that injected in the first cycle, incubated for 8 days and flooded again. The nutrient concentration, incubation temperature and limestone percent in the sandpack were varied and their effects upon growth of indigenous bacteria and consequently on the oil recovery are discussed.



| | |
|---|---|
| 1- Quadrant of five spot model | 10- Pressure regulator |
| 2- Electric heating tap | 11- Formation water reservoir |
| 3- Temperature control system | 12- Displacement water reservoir |
| 4- Electric source | 13- Crude oil reservoir |
| 5- Movable horizontal platform | 14- Nutrient slug reservoir |
| 6- Graduated cylinder | 15- Pressure gauges |
| 7- Vacuum pump | 16- Valves |
| 8- Sand fisher | 17- Bypass |
| 9- Nitrogen cylinder | |

Fig. 1- Schematic representation of experimental set-up and equipment

## RESULTS AND DISCUSSION

All displacement stages that include saturation with brine and oil, waterflooding, nutrient injection, incubation for eight days, displacement, refeeding, second incubation period and displacement again, all were conducted at the same studied incubation temperature. All nutrient solutions were freshly prepared just before being used. All displacement data was the average of two runs having good reproducibility.

### 1- Effect of Nutrient Concentration

Fig. 2 shows the cumulative oil recovery from waterflood residual oil (WFRO) and oil cut in the samples produced versus pore volumes of water injected. Nutrients of 0.25 PV slug size with different molasses concentrations were used at 25°C incubation temperature. A base run was performed without nutrient injection in which the model was incubated at the same temperature and length of time after waterflooding and then displaced again two times as the previous runs but without nutrition. The oil recovery versus molasses concentration was plotted as shown in Fig. 3. From Figs. 2 and 3 it is clear that the use of nutrients in activating indigenous microorganisms increased the oil recovery from (WFRO) than that obtained in the control run. The oil recovered using a slug of 4% molasses concentration was higher than that at 2% or

## EXPERIMENTAL WORK

### 1- Materials

A heavy crude oil of 19° API gravity ( from Mauddud formation, Bahrain Oil Company ) and its associated connate water were used in the study . The acidity of the crude oil was determined using the Institute of Petroleum (IP) procedures Nos. 1 and 182 [9]. The organic acidity was found to be 1.63 mg KOH/gm per sample . The oil viscosity measured at room temperature by Brookfield viscometer was found to be about 200 cp. The water analyses were carried out on the formation water, the average total dissolved solids was found to be about 14600 TDS as shown in Table 1 .

Nutrient solutions were prepared from raw molasses ( cane molasses 3.5% protein , 40.5% sugar , and 56% carbonate ) with concentrations 2,4 and 6% by weight in brine . The water used in preparing the nutrient solutions was 20000 ppm NaCl brine. Ammonium phosphate of 0.1% by weight has been added to nutrient solutions to activate the bacterial growth .

Table 1. Formation water analysis

| Constituent | Concentration, PPm |
|---|---|
| Sodium ($Na^+$) | 2850 |
| Calcium ($Ca^{++}$) | 1810 |
| Magnesium ($Mg^{++}$) | 310 |
| Chloride ($Cl^-$) | 8430 |
| Sulfate ($SO_4$) | 60 |
| Bicarbonate ($HCO_3$) | 1150 |
| TDS | 14610 |

The sand mixture used in displacement experiments was first thoroughly washed by tap-water, then by dilute HCI solution and finally by distilled water. After drying at room temperature the sand was put in a drying oven at 200°C to ensure the removal of all organic compounds if any were present. The sand was sieved with set of sieves and the mechanical analyses were listed in Table 2.

Table 2. Mechanical analysis of mixture

| Mesh size (μM) | Weight of sand retained on the sieve (gm) | Weight of sand retained (%) | Cumulative weight (%) |
|---|---|---|---|
| 450 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 300 | 242 | 48.4 | 48.4 |
| 250 | 107.2 | 21.4 | 69.84 |
| 180 | 81 | 16.2 | 86.04 |
| 170 | 58 | 11.6 | 97.64 |
| 75 | 8 | 1.6 | 99.24 |
| <75 | 4 | 0.8 | 100.00 |

A core of carbonate rock obtained from Mauddud formation has been ground to fine powder with mortar and pestle and was thoroughly mixed with part of the prepared sand mixture. The ratios of lime/sand mixture were varied to conduct set of displacement runs to show the effect of limestone percentages upon the microbial enhanced oil recovery .

Table 3. Summary of displacement floods

| Run No. | Limestone in sandpack (%) | Molasses concenration weight (%) | Incubation temperature (°C) | Cycles of nutrition | $R_f$ of WFRO (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.0 | 2 | 25 | 1 | 11.3 |
| 2 | 10 | 2 | 25 | 1 | 16.6 |
| 3 | 20 | 2 | 25 | 1 | 19.1 |
| 4 | 30 | 2 | 25 | 1 | 20.2 |
| 5 | 0.0 | 2 | 25 | 2 | 15 |
| 6 | 0.0 | 4 | 25 | 2 | 28 |
| 7 | 0.0 | 6 | 25 | 2 | 18.6 |
| 8 | 0.0 | 4 | 45 | 2 | 22.8 |
| 9 | 0.0 | 4 | 60 | 2 | 18.95 |
| 10 | 0.0 | 0.0 | 25 | 0.0 | 8.16 |

### 2- Microbiological Investigation

The microbiological investigation carried out on formation water has indicated the presence of indigenous bacteria . A spore forming-gram-positive - short rod Bacilli species were found. The concentration of these organisms after 3 days incubation period with a growth media was $3.7 \times 10^4$ cells/ml organsisms. Other unspecified bacterial populations of $1.23 \times 10^5$ cells/ml concentration were also found in the formation water .

### 3- Fluid Properties

Two equal volumes of oil and nutrient were thoroughly mixed and poured in an incubator at the desired incubation temperature . After eight days the samples were withdrawn from the incubator and The aqueous phase was separated . The pH values were measured for aqueous phase using digital pH meter. Viscosities of aqueous phase, were measured using Brookfield viscometer. The aqueous phase ( containing microbial metabolites ) / fresh crude oil interfacial tension was measured using du Nouy tensiometer. All the mentioned measurements were carried out at room temperature for 2 , 4 and 6% by weight molasses concentrations in brine for incubation temperatures 25,45 and 60°C. A brine of 20000 ppm NaCl salinity was used in preparing the nutrients as this salinity has showed better growth of the bacteria at the tested incubation temperatures [10].

### 4- Displacement Experiments

Oil recovery experiments based on nutriating the indigenous microoganisms by molasses were performed using an unconsolidated sandpack . The apparatus used in the displacement experiments is shown in Fig. 1. The model used was a quadrant of a five-spot model made from stainless-steel. The inner dimensions of the model were 30x30x2.5 cm , and it had an injector and a producer on the two ends of the same diagonal. Screens were fixed around the bottom part of the injector and

# LABORATORY STUDY ON ACTIVATING THE INDIGENOUS MICROORGANISMS TO ENHANCE THE OIL RECOVERY

By
**A. A. Abdel-Waly***

## ABSTRACT

A heavy crude oil ( 19° API gravity ) and connate water ( from Mauddud formation in El-Bahrain) were used in the present study , to investigate the effect of microbial growth on water viscosity, pH and oil/water interfacial tension. Displacement tests were carried out to study the effect of nutrient concentration , incubation temperature and carbonate content on the oil recovery from water flooded residual oil .

The study showed that the indigenous bacterial population in the formation water and the crude oil could be activated by molasses based nutrient to produce biosurfactants , acids, polymers, and gases. It was found that nutrient slug of 4% by weight molasses concentration was the optimum at which the indigenous microorganisms have given a maximal growth and resulted in higher oil recovery than that obtained at other tested molasses concentration. For the tested incubation temperatures , the results showed that the indigenous microbial growth was better at 25°C which in turn was reflected positively upon oil recovery . It was also found that the presence of carbonate in reservoir can provide a buffering capacity for complete fermentation to occur where it neutralizes the acids produced by bacteria and increases the carbon dioxide production . The oil recovery was increased with increasing the carbonate content , however , with further increase in carbonate content above 20% no more oil was recovered .

## INTRODUCTION

Microbial methods for increasing oil recovery are potentially cost-effective even at relatively low crude oil prices. Microbial formulations can be applied in a variety of methods including permeability modification treatment and microbial -enhanced waterflooding. A number of mechanisms have been considered to be important for the recovery of residual oil through the application of microbial enhanced oil recovery (MEOR). Such mechanisms include: Production of biosurfactants to reduce the oil/water interfacial tension and improve the displacement efficiency, production of biopolymers to improve mobility control and increase sweep efficiency, production of solvents that reduce the oil viscosity and increase its mobility, and production of biogenic acids that dissolve carbonate rock, increase pore space and produce more carbon dioxide . Carbon dioxide in the gaseous form would expand producing a driving mechanism, or if dissolved would reduce the crude viscosity thus increasing its mobility [1-5] . The in-situ application of the process used to accomplish these mechanisms requires the growth and/or metabolism of microorganims in the rock matrix. Whether the microorganims used to carry out these functions are indigenous or added exogenously, they must function effectively at reservoir conditions of salinity and temperature with the aid of suitable nutrients.

The existence of indigenous bacteria in many oil reservoirs was practically proved. These indigenous microorganisms nearly always belong to undescribed species or even to new genera [6]. In nearly all the cases studied up to now, the indigenous bacteria consist solely of strict anaerobes. The species developing in the oil reservoirs seem to have undergone a natural selection in-situ as a function of their physiological properties. They may also be related to the geological period during which they were put into place. These anaerobic microorganisms nearly always associate fermentative, sulfate-reducing and methanogenic bacteria [7,8] .

The purpose of this research was to study the effect, of nutrating the indigenous bacteria upon the oil recovery from waterflooded sandpacks. The effects of nutrient concentration, incubation temperature, refeeding and carbonate percent in the sand packed model upon oil recovery were investigated .

* Petroleum Engineering Dept., King Saud University, Riyadh, Saudi Arabia.

*REFERENCES*

*1 - Dickinson M. C. " Solar Energy Technology Handbook" , Marcel Dekker Inc. , New York , 1981*

*2 - Talwar R., " A Guide to Collector Sizing and System Design Considerations for Solar Pool Heating in Florida " , FSEC 77-9 , Florida Solar Energy Centre , 1977.*

*3 - Almanza R. & Lara J. " Energy Requirements for a Swimming Pool through a Water -Atmosphere Energy Balance" , Solar Energy , Vol. 53 , No. 1 , 1994*

*4 - Lof G. O. G. , " Performance of Swimming Pool Heater - Transparent Cover - Type" , Proceedings of the Annual Meeting , Section of the International Solar Society , Orland , Fla, USA, 1977*

*5 - Tadros W. H. & Eissa M. A. , " Thermodynamic Analysis of Solar Heated Swimming Pools in Egypt", Journal of the Egyptian Society of Engineers " Vol. 35, No. 3 , 1996.*

*6 - Shaltot M. A. M. , " Egyptian Solar Radiation Atlas",( New and Renewable Energy Authority, Ministry of Electricity and Energy , Cairo , Egypt , 1991.*

*7- Duffie J. A. & Beckman W. A. , " Solar Energy Thermal Processes" , Wiely Int. , New York ,1980.*

*8 - Lunde P. J. " Solar Thermal Engineering" , Jone Wiley & Sons , New York , 1979.*

*9 - Kerith F. , " Principles of Heat Transfer" , 3 rd. Ed. , Intext Educational Publishers , New York 1977.*

## APPENDIX (1)
## CLIMATIC CONDITIONS OF THE SELECTED SITES #

CAIRO Latitude 30.00 deg. N.

| Month | Ta | V | R | q Th | q Tt |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 287.3 | 2.00 | 59.00 | 10.90 | 16.30 |
| 2 | 288.5 | 3.00 | 54.00 | 13.30 | 19.70 |
| 3 | 291.2 | 2.60 | 49.00 | 18.10 | 21.70 |
| 4 | 294.7 | 2.70 | 44.00 | 21.80 | 23.50 |
| 5 | 297.9 | 2.60 | 44.00 | 25.10 | 24.10 |
| 6 | 300.8 | 2.50 | 46.00 | 26.80 | 24.10 |
| 7 | 301.4 | 2.30 | 56.00 | 26.10 | 24.00 |
| 8 | 301.4 | 2.00 | 59.00 | 23.90 | 24.40 |
| 9 | 299.9 | 2.30 | 58.00 | 20.60 | 24.20 |
| 10 | 297.4 | 2.20 | 58.00 | 16.20 | 22.20 |
| 11 | 292.8 | 1.90 | 63.00 | 11.80 | 18.20 |
| 12 | 288.7 | 2.10 | 60.00 | 10.30 | 16.70 |

HURGHADA Latitude 27.47 deg. N.

| Month | Ta | V | R | q Th | q Tt |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 288.4 | 5.80 | 51.00 | 15.30 | 21.30 |
| 2 | 288.9 | 6.30 | 49.00 | 19.30 | 24.20 |
| 3 | 291.4 | 6.50 | 49.00 | 23.50 | 26.40 |
| 4 | 294.6 | 6.40 | 47.00 | 26.70 | 26.50 |
| 5 | 298.3 | 6.80 | 44.00 | 28.40 | 25.80 |
| 6 | 301.0 | 7.30 | 43.00 | 29.80 | 25.70 |
| 7 | 302.0 | 6.60 | 47.00 | 29.50 | 26.00 |
| 8 | 302.3 | 6.60 | 47.00 | 27.90 | 26.60 |
| 9 | 300.2 | 7.00 | 51.00 | 25.10 | 26.90 |
| 10 | 297.5 | 5.80 | 55.00 | 20.00 | 24.20 |
| 11 | 293.8 | 5.30 | 54.00 | 16.10 | 21.90 |
| 12 | 290.1 | 5.50 | 54.00 | 14.10 | 20.30 |

ABU-RUDIESS Latitude 28.90 deg. N.

| Month | Ta | V | R | q Th | q Tt |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 288.9 | 2.70 | 57.00 | 14.04 | 19.70 |
| 2 | 289.7 | 3.90 | 55.00 | 17.89 | 22.50 |
| 3 | 292.2 | 4.00 | 53.00 | 22.61 | 25.20 |
| 4 | 295.3 | 4.00 | 53.00 | 26.17 | 26.10 |
| 5 | 297.3 | 6.40 | 55.00 | 28.84 | 26.20 |
| 6 | 300.3 | 6.30 | 55.00 | 29.34 | 25.30 |
| 7 | 301.0 | 6.80 | 59.00 | 29.20 | 25.14 |
| 8 | 301.3 | 6.40 | 59.00 | 27.86 | 26.60 |
| 9 | 300.9 | 5.90 | 62.00 | 24.37 | 26.40 |
| 10 | 298.8 | 4.80 | 61.00 | 18.58 | 22.60 |
| 11 | 295.0 | 2.30 | 58.00 | 15.23 | 21.00 |
| 12 | 290.7 | 3.70 | 58.00 | 12.89 | 18.70 |

SIDI- BARANI Latitude 31.63 deg. N.

| Month | Ta | V | R | q Th | q Tt |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 286.2 | 5.60 | 66.00 | 11.20 | 15.50 |
| 2 | 286.3 | 5.70 | 61.00 | 13.57 | 18.80 |
| 3 | 288.3 | 5.90 | 63.00 | 18.94 | 20.30 |
| 4 | 290.5 | 5.60 | 62.00 | 23.94 | 22.80 |
| 5 | 292.9 | 4.70 | 69.00 | 25.45 | 22.68 |
| 6 | 296.3 | 4.60 | 70.00 | 28.62 | 22.90 |
| 7 | 297.9 | 5.10 | 75.00 | 28.73 | 23.10 |
| 8 | 298.6 | 4.50 | 74.00 | 25.96 | 23.10 |
| 9 | 297.2 | 4.00 | 69.00 | 22.21 | 22.40 |
| 10 | 294.1 | 4.20 | 68.00 | 16.74 | 19.00 |
| 11 | 291.4 | 4.60 | 66.00 | 12.17 | 16.10 |
| 12 | 287.7 | 5.60 | 65.00 | 10.04 | 14.30 |

# See the nomenclature for the dimensions

## APPENDIX (2)
## GOVERNING EQUATIONS OF THE THERMODYNAMIC ANALYSIS OF SOLAR HEATING OF SWIMMING POOLS [5]

$$Q_h = a - A - q - (1-r) \quad (1)$$

$$Q_a = 4.41504 * 10^{-14} (T_a + 273.2)^6 (1 + 0.17\, C^2) - A_p \quad (2)$$

$$Q_r = 4.90752 * 10^{-9} - [ (273.2 + T_n)^4 - (273.2 + T_s)^4 ] - e - A_p \quad (3)$$

$$T_s = T_a - 6 \quad (4)$$

$$Q_s = 0.490752 - (T_n - T_a) - A_p \quad (5)$$

$$h_c = 5.68 + 3.78 \,.\, V_w \quad (6)$$

$$Q_c = 8.64 * 10^{-2} \,.\, h_c \,.\, (T_n - T_a) \,.\, A_p \quad (7)$$

During the period of natural heating the evaporation loss equation is given by

$$Q_c = 3.215 * 10^{-3} \,.\, A_p \,.\, V_w .\, (P_w - P_a) \quad (8)$$

$$P_w = 217.15 * 10^8 \ \text{Exp.} [ -4157/ (T_n + 239)] \quad (9)$$

$$P_a = (R / 100) \,.\, (217.15 * 10^8) \,.\, \text{Exp.} [ -4157 / (T_a + 239) ] \quad (10)$$

$$Q_h + Q_a = Q_s + Q_r + Q_c + Q_e \quad (11)$$

During solar heating the evaporation loss equation is given by

$$Q_a = (6.48 * 10^{-4}) \,.\, A_p \,.\, [ 3.53(z)^{1/3} + 4.08 V_w ] (P_w - P_a) \quad (12)$$

$$Z = T_{wv} - T_{av} \quad (13)$$

$$w_v = (T_t + 273.2) / [ 1- 0.378 \,.\, (P_w /P)] \quad (14)$$

$$T_{av} = (T_a + 273.2) / [ 1- 0.378 \,.\, (P_a /P)] \quad (15)$$

$$Q_R = Q_s + Q_r + Q_c + Q_e - Q_h - Q_a \quad (16)$$

$$N = \rho . d.\ C_p \,.\, (T_t - T_n) /.\ Q_R \quad (17)$$

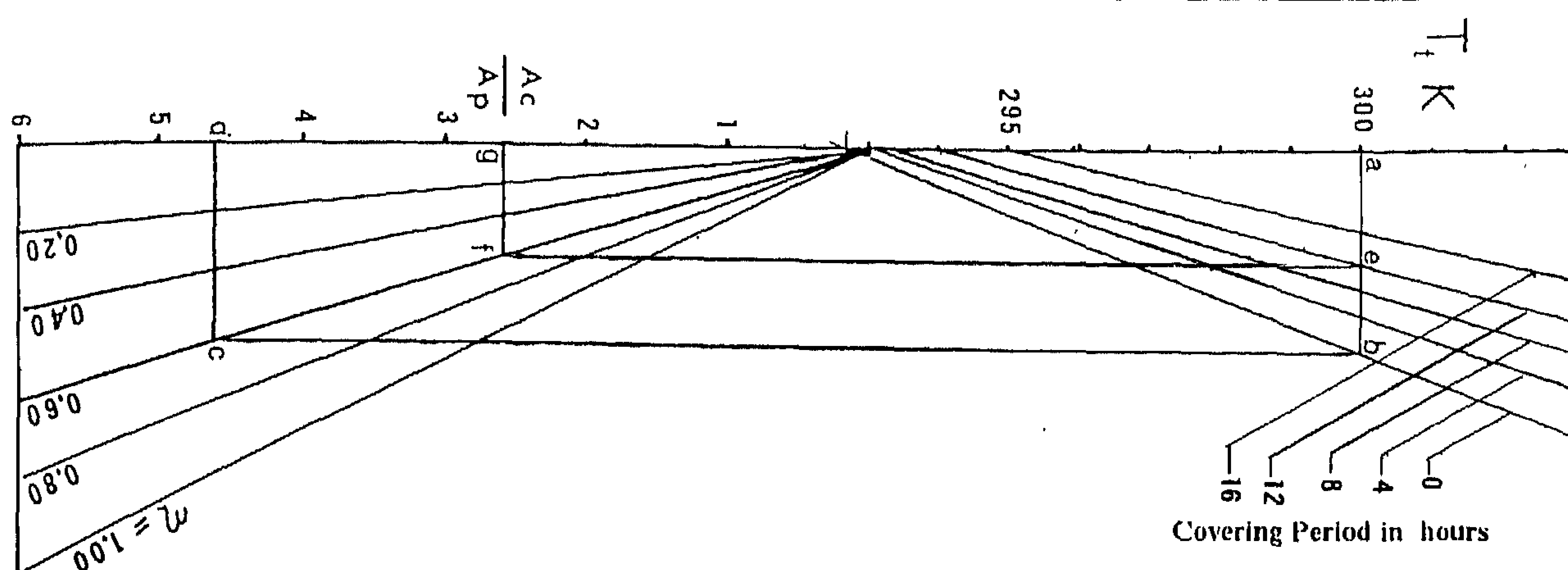



Fig. 7 : Example on the use of the design charts

## 7 - CONCLUSION

From the last discussion and analysis it can be concluded that :

1- The design charts constructed through this work are helpful tools to be used in finding out the required collector area for solar heating of swimming pools in the selected locations . The use of these charts saves time and effort of the designers .

2- To use these charts for other locations , the chart of the site of similar climatic conditions can be used. The most important parameters which must be similar , to that of the selected sites , are the daily average values of the following variables :

- Solar radiation on the horizontal plane and the plane of the collectors.
- Ambient temperature.
- Wind speed.
- Relative humidity.
- The sky cover factor.

3- The use of the pool cover is an effective method by which the collector area can be reduced. The economic feasibility of this method depends on the choice of the covering system. Its cost must be lower than the cost of the saved collector area .

4- Since the required area of the collectors is relatively large, and they are seasonally used, then cheap collectors may be used. The cost effectiveness of the used system must be carefully investigated .

## NOMENCLATURE :

| | | |
|---|---|---|
| a | Water absorptivity | |
| $A_p$ | Swimming pool surface area | $m^2$ |
| A | Collector area | $m^2$ |
| C | Sky Cover (cloudiness factor ) | |
| $C_P$ | Water specific heat | KJ/Kg °C |
| e | Water emissivity | |
| $F_R$ | Collector heat removal factor | |
| $h_c$ | Convective heat transfer coefficient | $W/m^2$ °C |
| N | Warming up period | days |
| P | Atmospheric pressure | Pa. |
| $P_a$ | Vapour pressure in the air | Pa. |
| $P_w$ | Vapour pressure in water | Pa. |
| q | Global solar radiation on horizontal surface | $MJ/m^2$/ day |
| $q_t$ | Global solar radiation on the collector surface | $MJ/m^2$/ day |
| $Q_a$ | Heat gained from atmosphere | MJ / day |
| $Q_c$ | Convection heat losses | MJ / day |
| $Q_e$ | Heat loss due to evaporation | MJ / day |
| $Q_h$ | Input solar energy to pool surface | MJ / day |
| $Q_r$ | Radiation loss to the surrounding | MJ / day |
| $Q_R$ | Total energy required | MJ / day |
| $Q_s$ | Radiation losses to the sky | MJ / day |
| r | Water surface reflectivity | |
| R | Relative humidity | % |
| $T_a$ | Ambient air temperature | °C |
| $T_n$ | Natural temperature of the pool's water | °C |
| $T_s$ | Sky temperature | °C |
| $T_t$ | Target temperature | °C |
| $T_w$ | Water temperature | °C |
| $U_L$ | Overall heat loss coefficient of the collector | $W/m^2$ °C |
| $V_w$ | Wind speed | m / s |
| $\alpha$ | Collector absorptivity | |
| $\tau$ | Collector transmissivity | |
| $\eta$ | Efficiency of the solar collector | |
| $\rho$ | Water density | $Kg / m^3$ |

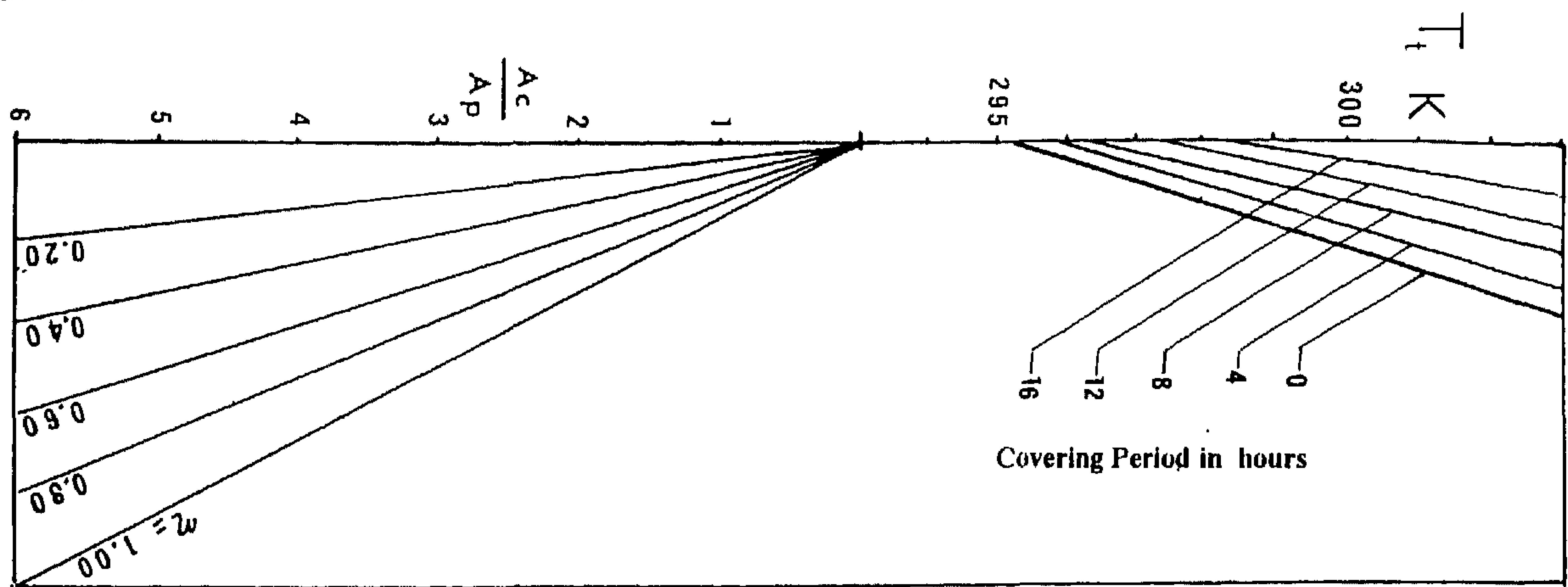



Fig. 3 - Design charts of solar heating systems for swimming pools in Cairo

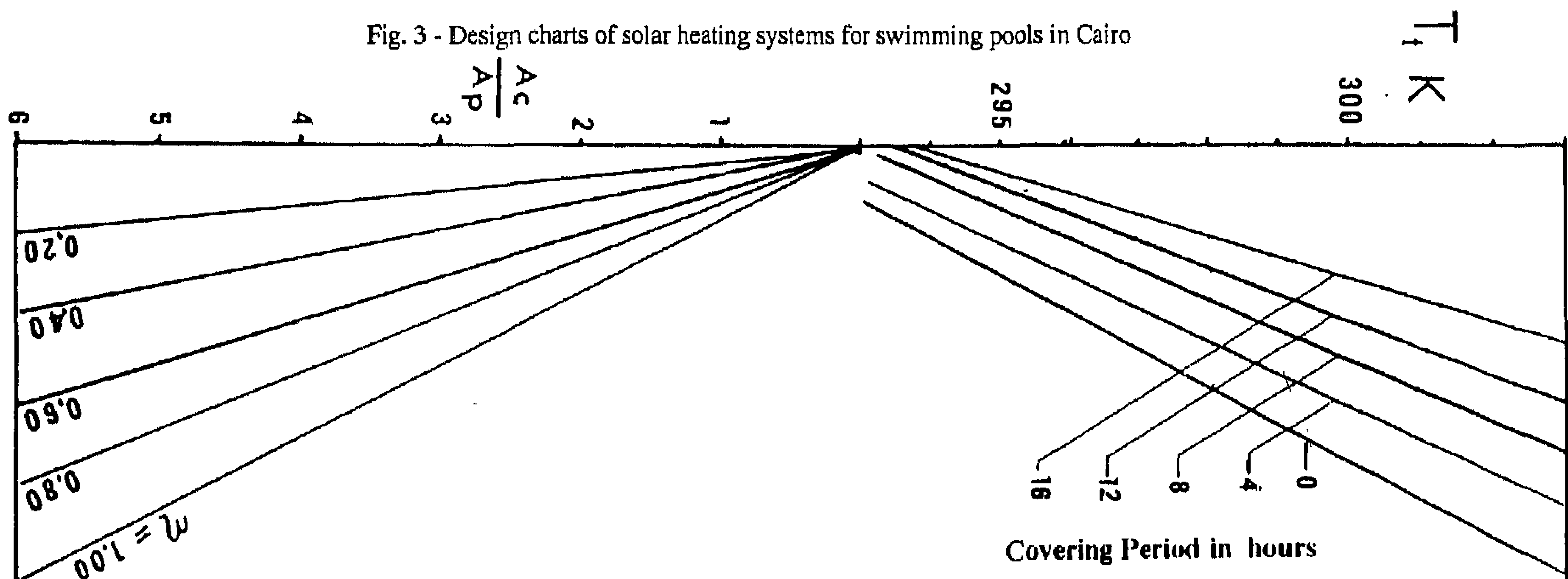



Fig. 4 - Design charts of solar heating systems for swimming pools in Sidi-Barani

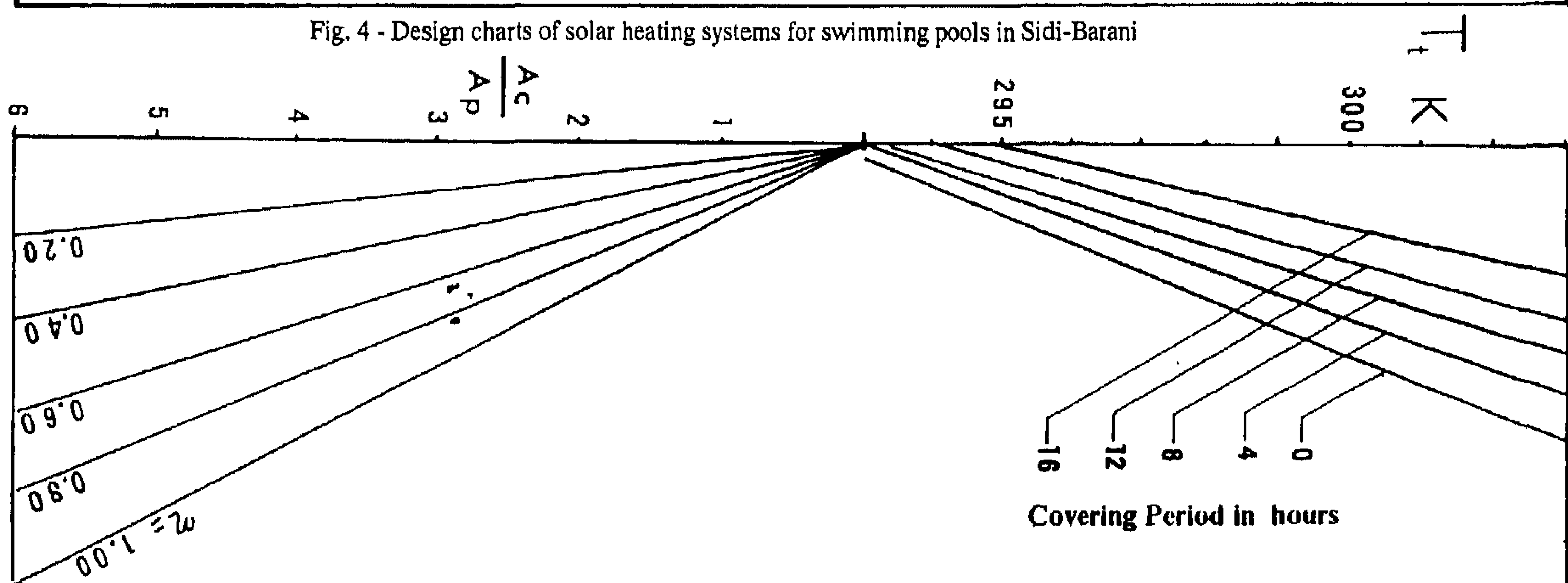



Fig. 5 - Design charts of solar heating systems for swimming pools in Herghada

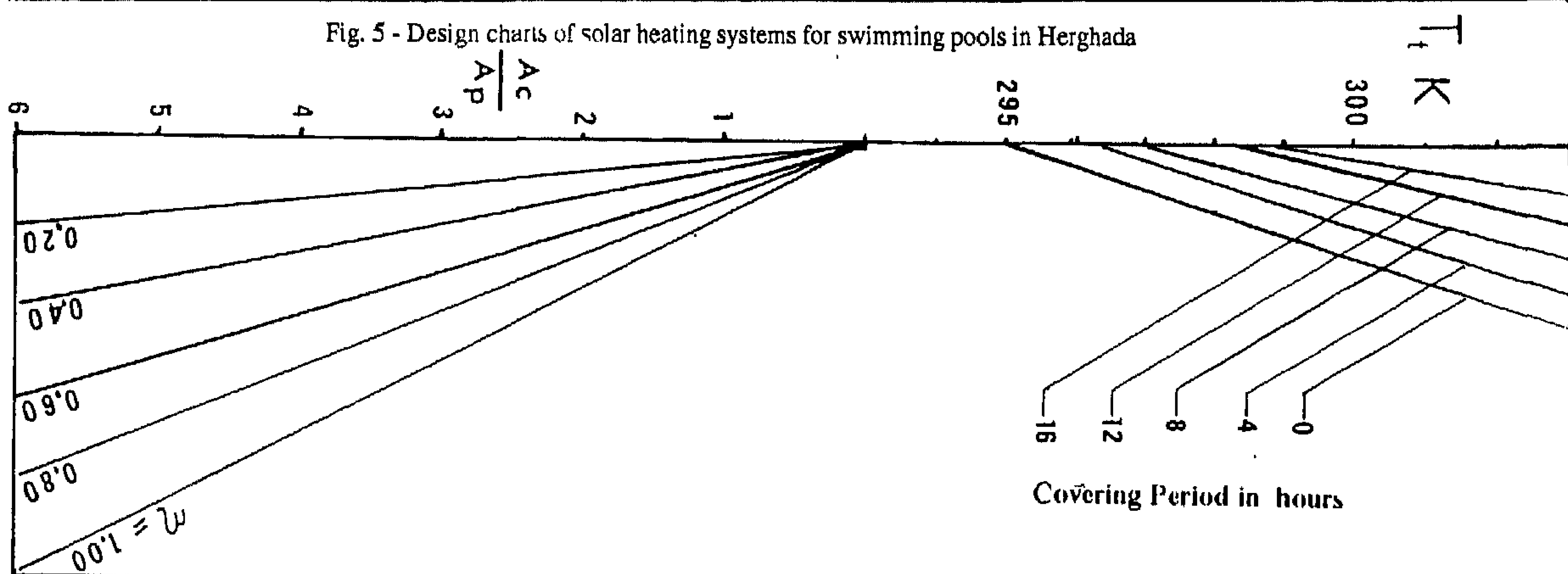



Fig. 6 : Design charts of solar heating systems for swimming pools in Abu- Rudies

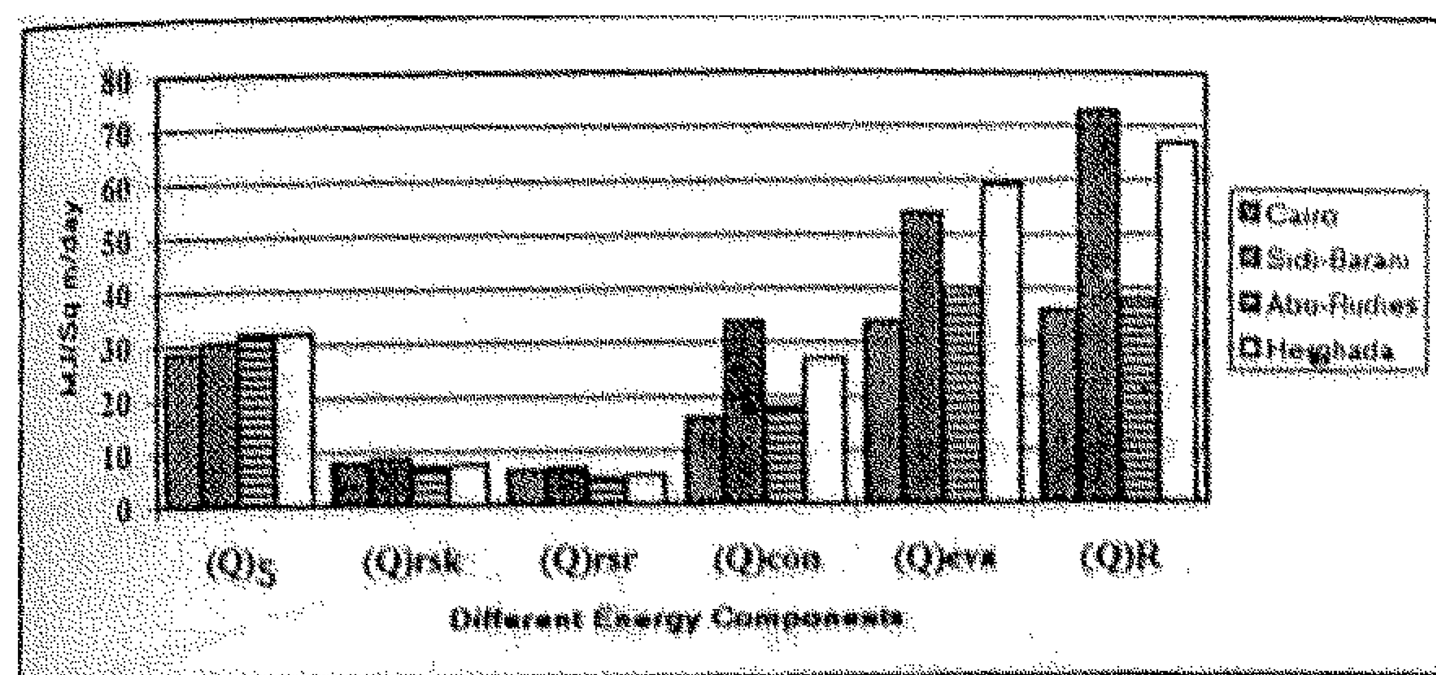
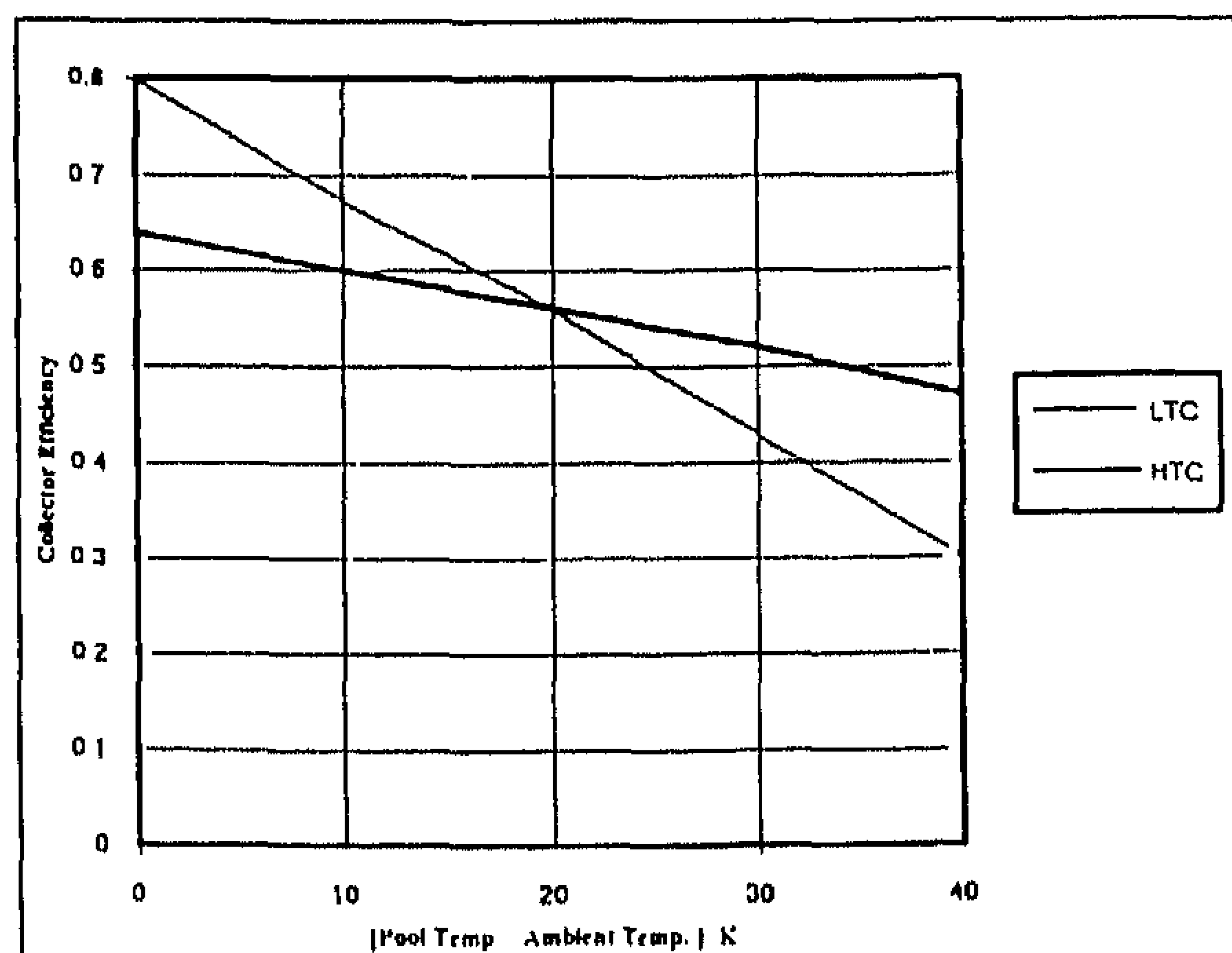



Fig.1 - Different energy components of swimming pools in the selected locations

## 5 - SUITABLE TYPES OF SOLAR COLLECTORS

The calculated area of the required solar collectors for heating of the swimming pools is considerably large. For the economic consideration it must be of low cost. It is well known that the overall efficiency of the solar collectors is proportional to its cost. The contradiction between these factors is not considered during the choice of the required collectors. This is due to that the selected collectors are used at very low difference between water and ambient temperatures. Under this condition the low temperature collectors may be of higher efficiency than that of the high temperature ones as shown by Fig. (2). The collector efficiency equation can be written in the following form[7] :

$$\eta = F_R \{ \tau\alpha - U_L [ ( T_w - T_a ) / q_t ] \} \quad (3)$$




LTC = Low - Temperature Collector HTC = High - Temperature Collector

Fig. 2 - Typical performance of low- temperature and high -temperature collectors[1]

## 6 - DESIGN CHARTS OF THE SOLAR COLLECTORS

From the output of the computer program the values of $(A_C / A_P)_{covered}$ and $(A_C / A_P)_{uncovered}$ are obtained for different values of $(T_t)$ and $(\eta)$. Design charts, for the selected site, are constructed as shown in Figs (3-6). These charts represent the case of the maximum heat demand of the pools during winter season.

It must be noticed that these charts include a line for the uncovered pool and other lines for covering periods of 4, 8, 12, and 16 hours. The covering periods don't include effective sunshine hours. If they include sunshine hours during which solar radiation is valuable, it must be taken into consideration that the use of the cover reduces the input energy during this period. The reduction in the input energy depends on the transmissivity of the transparent cover which ranges from 0.7 to 0.8.

### 6.1- Method of Calculating the Collector Area From the Design Charts

The required data for the use of these charts are the target temperature, the number of hours during which the pool is covered, if it is used, and the efficiency of the selected collectors. The output from these charts is the ratio between the collectors and the pool area from which the collector area can be calculated.

The ratio between the collector and the pool area can be found from these charts as follows :

1- From the value of the target temperature on the upper sector of the Y-axis, a horizontal line is drawn to intersect the uncovered pool line or that of the covering period in a point

2- From this point a vertical line is drawn to intersect the collector efficiency line in a point.

3- From this point a horizontal line is drawn to intersect the lower sector of the Y-axis in the point of the required area ratio

### 6.2- Example on the Use of the Design Charts

Figure (7) shows examples of the use of these charts. In this example the ratio between the collectors and the pool areas is obtained for a swimming pool located in Hurghada. The target temperature is 27 °C and the average value of the collector efficiency at the operation conditions is 60%.

The line a-b-c-d represents the case of the uncovered pool from which $(A_c / A_p)_{uncovered}$ is equal to 4.65

The line a-e-f-g represents the case of the covered pool for 12 hours during night from which $(A_c/A_p)_{uncovered}$ is equal to 4.65

3- The outdoor pool itself acts as a solar collector .

4- The amount of water in the swimming pool is relatively large and its temperature is slightly affected by the transient changes in atmospheric conditions.

5- The flow rate of water in the solar heating system is high .

6- There is no need of a storage tank , since the pool itself serves as the storage .

The following principal data should be considered when a solar heating system of a swimming pool is designed [2].

1- Suitable water temperature for swimming ranges from 22 to 27 °C.

2- The recommended flow rate of the pool's water in the solar system is that which permits the circulation of the entire pool's water once every 8 to 12 hours .

3- Water can absorb about 75 % of the incident solar radiation on its surface.

## 3- THERMAL CONSIDERATION

The pool receives energy directly from the sun ($Q_h$) and from the surroundings ( $Q_a$) . Some of this energy is lost via radiation exchange with the sky ($Q_s$), radiation exchange with the surroundings ($Q_r$), convection exchange with the surroundings ($Q_c$ ), and water evaporation from the pool surface ($Q_e$) .

After certain period of the exposure of the pool to the solar radiation its temperature reaches a value known as the natural temperature (Tn ). It is defined as the temperature of the pool's water which can be reached due to the direct exposure of the pool to the solar radiation without using any heating devices. The required temperature to which the pool must be heated is defined as the target temperature ($T_t$ ). Sometimes the natural temperature is equal to or higher than the target temperature and no heating of the pool is needed. During some seasons the natural temperature is lower than the target one; in this case, heating of the swimming pool is required .

The heat balance and the different daily values of energy components , can be calculated using different modes of equations as mentioned in references [2, 3, 4, & 5 ]. The used equations in this paper are presented in appendix (2).

## 4 - SIZING OF SOLAR HEATING SYSTEM OF THE SWIMMING POOLS

It must be taken into consideration that the solar heating system is designed to overcome the thermal losses when the pool's water temperature reaches its target value . Since the thermal losses are affected by the pool area and not affected by its volume , then the pool area is the only geometric parameter considered during the collector sizing . In addition to that , the other thermodynamic and meteorological parameters are considered . The volume of the pool only affects the warming up period after which the pool's water reaches the target temperature . This warming up period may last for few days , after which the target temperature will be constant due to the equilibrium between the thermal losses and the energy input to the pool. The warming up period can be minimized using pool cover, as will be discussed later, or by using auxiliary heating system during this period only .

The values of the different energy components and the energy required to maintain the target temperature at a constant value can be calculated using the governing equations presented in appendix (2). These equations and the solar radiation relations are used in devising a computer program in basic by which all of the required data can be calculated . The required input data to this program are , the climatic condition parameters of the selected sites , presented in appendix (1), the physical properties of water and the performance data of the selected solar collectors .

The average values of the different energy components, for the selected locations, are monthly calculated. The values, corresponding to the maximum heating demand ( winter season ), are presented in Fig. (1). From this figure it can be noticed that the major component of the thermal losses is the evaporation loss. This means that if this component can be minimized, then the required area of the solar collector can be reduced. The best method by which the evaporation losses can be reduced is the use of a transparent plastic thin film cover. The saved collector area depends on the length of the covering period of the pool. During this period the evaporation losses are eliminated and 10% of the convection losses are saved [1]. The following equations are used in calculating the required area of the collector as a function of the pool surface area in both cases of the uncovered pools and when it is covered for a certain period (n hours) respectively:

$$(A_C / A_P)_{uncovered} = Q_R / \eta q_t \; A_P \qquad (1)$$

$$(A_C / A_P)_{covered} = [\, Q_R - n \; ( Q_e - 0.1\, Q_c \; ) \,] / \eta q_t A_P \qquad (2)$$

$Q_R$ , $Q_e$ and $Q_c$ equations are given in appendix (2)

# DESIGN CHARTS FOR SOLAR COLLECTORS FOR HEATING OF OUTDOOR SWIMMING POOLS IN EGYPT

By
**Wagih H. Tadros and Mohamed A. Eissa***

## ABSTRACT

The thermal behavior of solar heating of swimming pools in different locations in Egypt is carried out. These locations are selected such that they cover areas of different climatic conditions . A computer program is devised and used in the thermodynamic analysis of this process at different climatic and operation conditions.

Design charts are constructed by which the area of the solar collectors , required for solar heating of the swimming pools, can be determined. Time and effort of the designers can be greatly saved using these charts which can be also used for other locations of similar climatic conditions .

As a subsidiary results of this study , it can be concluded that low -temperature collectors may be more cost effective than high-temperature ones when used in heating of swimming pools . It can be also concluded that the use of a plastic thin film cover results in minimizing the evaporation loss which is the major component of the thermal losses . The minimization of this component results in a sharp decrease of the required area of the collectors .

## 1 - INTRODUCTION

Solar heating of swimming pools is one of the most important practical applications of solar heating . A swimming pool requires heat at low-temperature to maintain the water temperature at 22 - 27 °C. Supplying the required heat with fossil fuels is prohibitively expensive specially when its price is not governmentally supported .

In the frame work of the development of the tourism activities in Egypt, many tourism villages and hotels, equipped with swimming pools, are constructed. Heating of those swimming pools is required . Despite the high industrial activities in the field of solar heaters in Egypt , there is little available information on the application of solar heating of the swimming pools . Solar heating of swimming pools has been previously studied. [1,2,3,4&5]

In this paper , the authors used the thermodynamic analysis of the swimming pools , previously made by them [5], in constructing design charts for sizing of the solar collectors to be used in heating of the outdoor swimming pools at different sites in Egypt. Those sites are selected such that they cover areas of different climatic conditions. Cairo, Sidi-Barani , Hurghada and Abu-Rudies are good examples of sites in which solar heating of swimming pools is needed .These charts are helpful tools for the designers to select the suitable area of the required solar collectors .

Many factors affect the design, sizing, and performance of swimming pool heating systems . Most of these factors are related to engineering or natural phenomena . There are at least two factors that have to be specified before designing or sizing a system . The first is the required pool temperature which varies according to the nature and the time of the swimming . The second is the climatic conditions of the pool site . The climatic conditions of the selected sites are represented in appendix (1) which is obtained from The Egyptian Solar Radiation Atlas [6].

The sizing of the solar flat -plate collectors is carried out such that it can overcome the thermal losses from the pool at the target temperature . For this reason the area of the pool , and not its volume , affects the sizing of the collectors . The pool volume affects only the warming up period as will be discussed later .

## 2 - GENERAL CONSIDERATIONS

Before designing a solar heating system for a swimming pool the following technical princibles should be taken into consideration :

1 - The suitable water temperature for swimming in cold seasons is only few degrees above the ambient temperature.

2 - The desire to swim is normally phased with a warmer trend in the weather.

* National Research Centre , Solar Energy Department, Dokki, Cairo, Egypt.

*REFERENCES*

1- *"Thyristor DC drives", P. C. SEN, Wiley Interscience Publication, U.S.A, 1981.*

2- *Jih-Sheng Lai, "Power Electronics System Modelling and Simulation", IEEE 4 th Workshop on Computers in Power Electronics, 1994, pp. 45-55.*

3- *A. Razouk, and V. Rajagopalan "Simulink Based Simulation of Power Electronics Systems", IEEE 4 th Workshop on Computers in Power Electronics, 1994, pp. 105-108.*

4- *B. Semail, E. Mendes, F. Bouillault and A. Razek "Vector Controlled Induction Motor-Parameter Sensitivity Analysis", Inacs-Tci'90 Nancy, September 1990, pp. 291-296.*

5- *Farouk Ismail, Hisham El Khashab and Ahmed Oshiba "Non Linear Vector Controlled Induction Motor Simulation", 4th International Workshop on Advanced Motion Control, 1996 pp. 735-740*

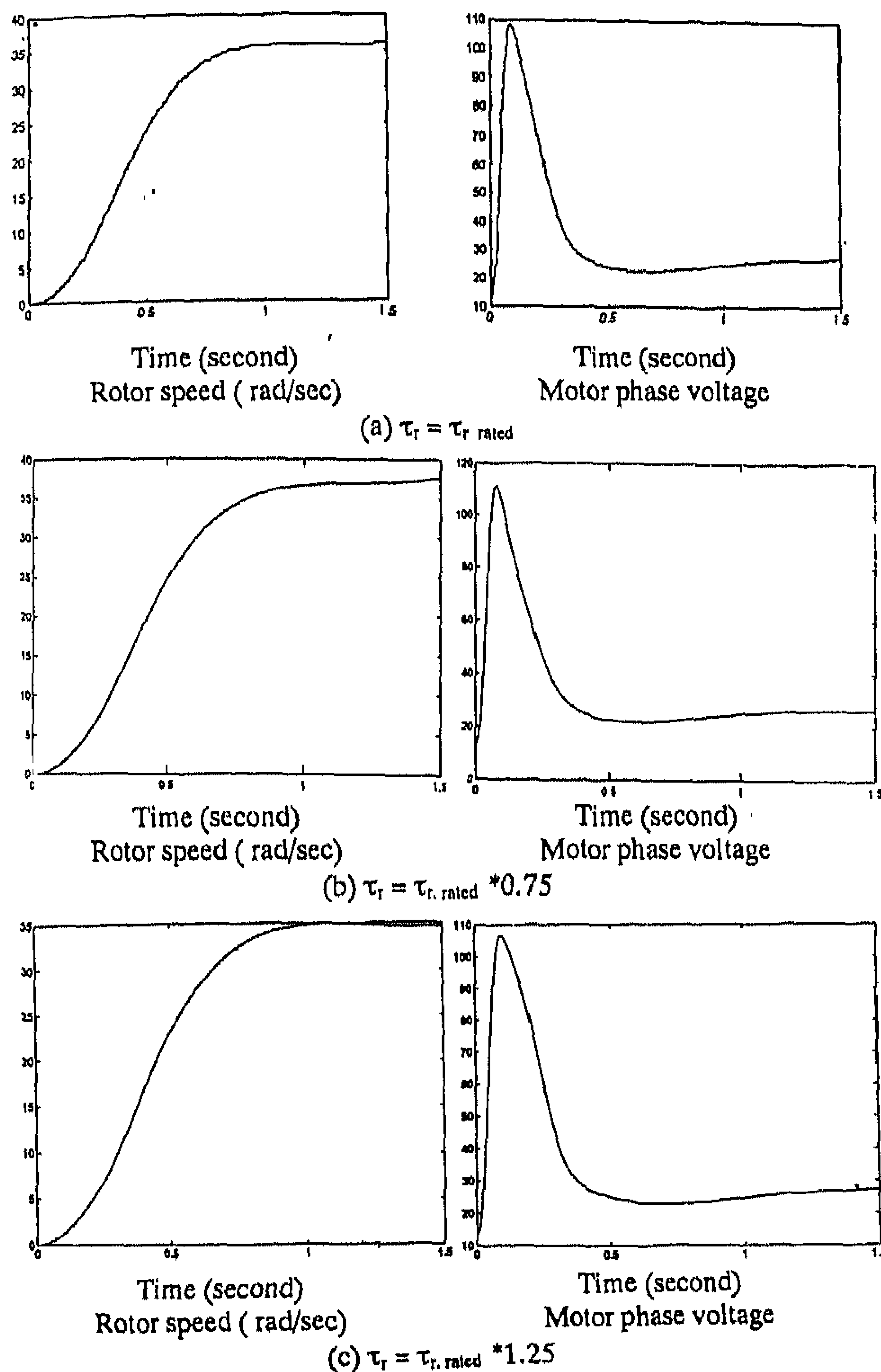



Fig. 11- V. C. I. M. PID time constant sensitivity

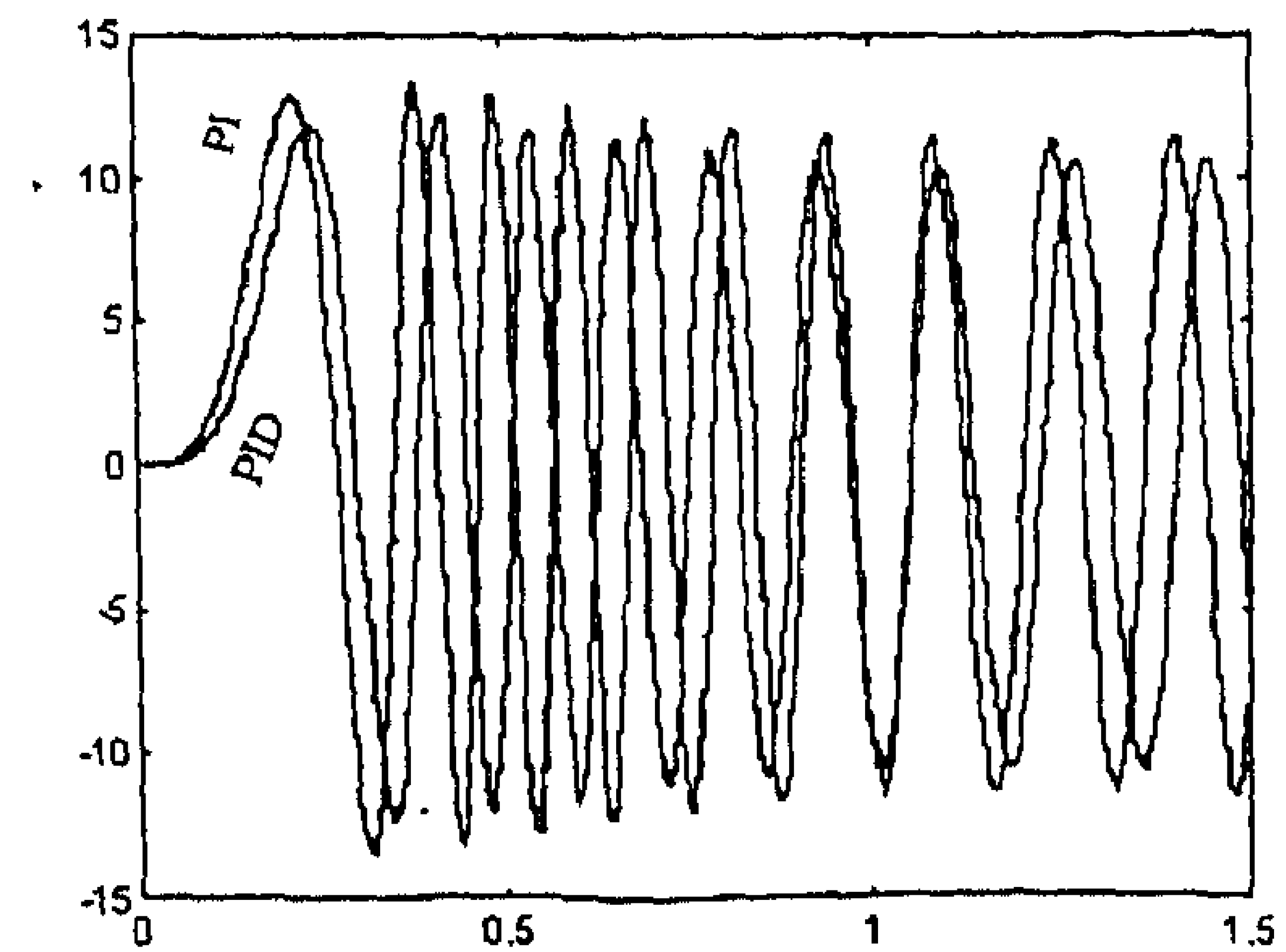



Fig. 12- Motor phase current for PI & PID controllers

```
% Data file
% M = 3 * Lm/2, Ls = LIs + M, Lr = LIr + M
% Tr = Lr / Rr, D=p * M / Lr, A = Ls - (M * M / Lr)
% Fr = Friction constant, Tl = load torque, K= gain ( flux/speed)
% Kif, Kpf, Kis, Kps are the flux and speed controller gains
% machine parameters,
Ls=10 ; Vs=170 ; Lm = 0.059 ; LIs = 0.0611-0.059 ; LIr = LIs , Rs =
0.6; Rr = 0.4211 ; P=2 ; j = 0.051763 ; F = 0.18673 ;
% calculate two phase parameters
Imax = (( 2^0.5)*Is); Vmax = (( 2^0.5) * Vs);
M = ((3/2) * Lm ) ; Ls = Lis + M; Lr = Lir + M;
Tr = Lr / Rr; Tm = j / F;
D = P*(M/Lr); A= Ls - (M^2/Lr); Ce = A/Ls
Kps = .7; Kis = .01; Kpf= 30; Kif = 24; K=0.15;
Con = Kps *P*Ce*Ls*M/(j*Lr); KK= Vmax * 60/(50*2*pi);
R=1; C=0.001*2*50*pi;
%End
```

Induction motor data file

## 7. CONCLUSION

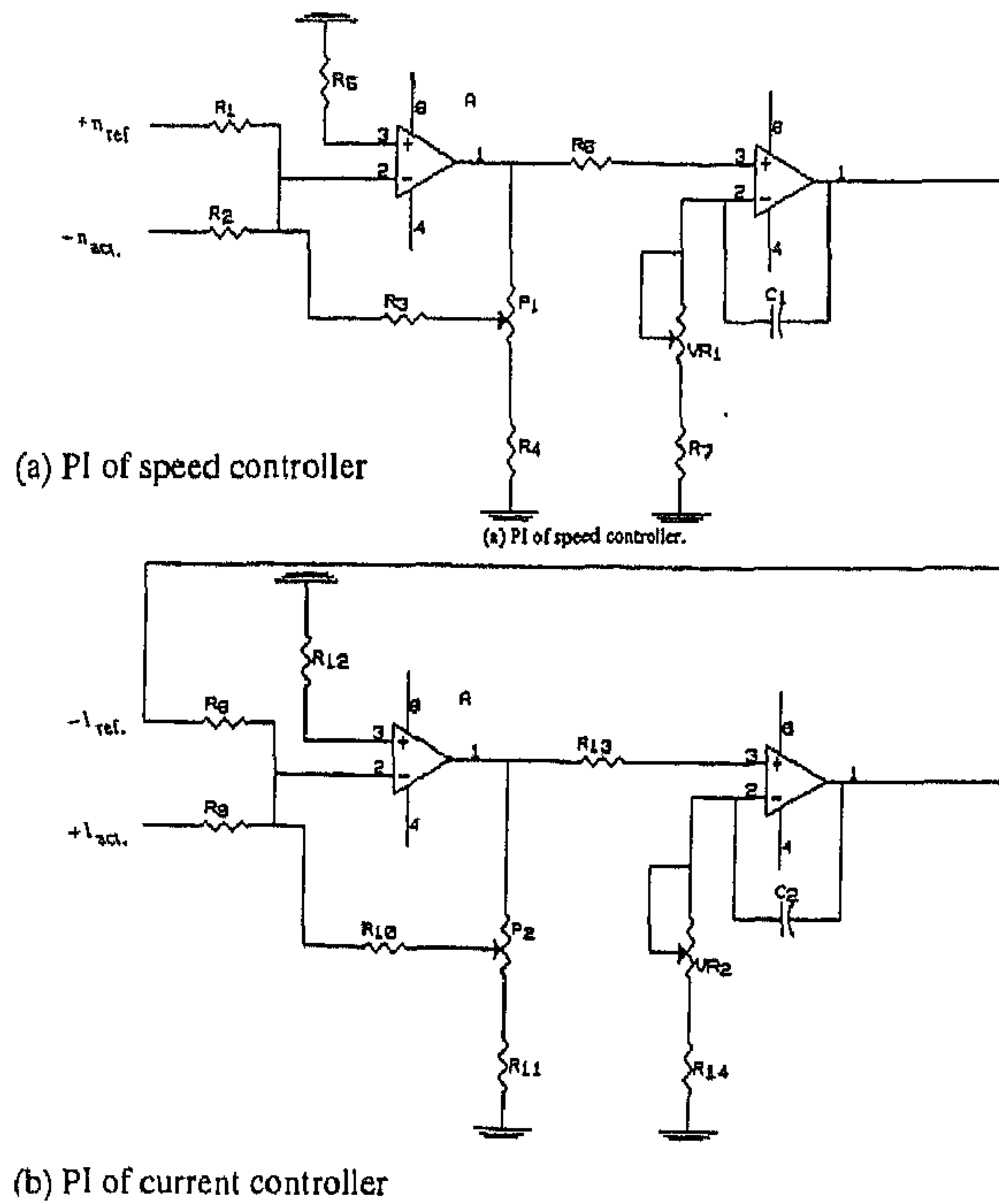
The controlled separately excited DC motor system with an optimal controller is simulated and experimentally realized. The computer simulator using the MATLAB-SIMULINK software package proves an identical results with the experimental results at the optimal controller constants and the speed response due to step perturbation in the load torque of 33% of the rated torque. The high overshoot current has lower values with the PID controller. A sensitivity study to controllers constants and to the machine time constant were studied and showed that the dynamics performance become worst with the temperature increase.

The vector controlled induction motor simulation at optimum controller constant has a simulate dynamic performance to the DC motor. A sensitivity analysis for the wrong determination of the machine time constant is carried out and demonstrated.

In case when an estimated rotor time constant is small then the real one, the flux level weakens while the current is imposed. As a result, the torque value becomes lower than the estimated one, and the speed cannot normally increase. So, the importance of the right determination of machine parameters is necessary to have the correct dynamic performance.

The comparative study between PI and the PID controller has revealed some good features for the PID such as the lower current overshoot and slightly higher response time for both the DC and the vector controlled induction motor.

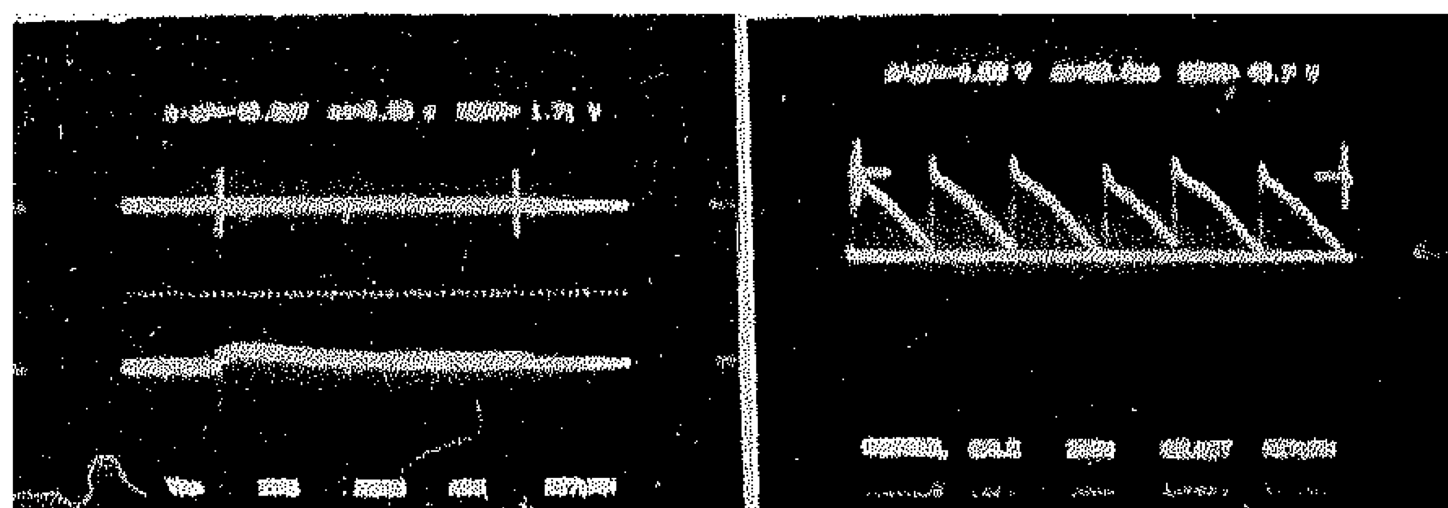
Finally the constructed simulator enables the system designer to adjust the dynamic performance with any control system. It enables also to true the controller for the optimal operation.



(a) PI of speed controller

(b) PI of current controller

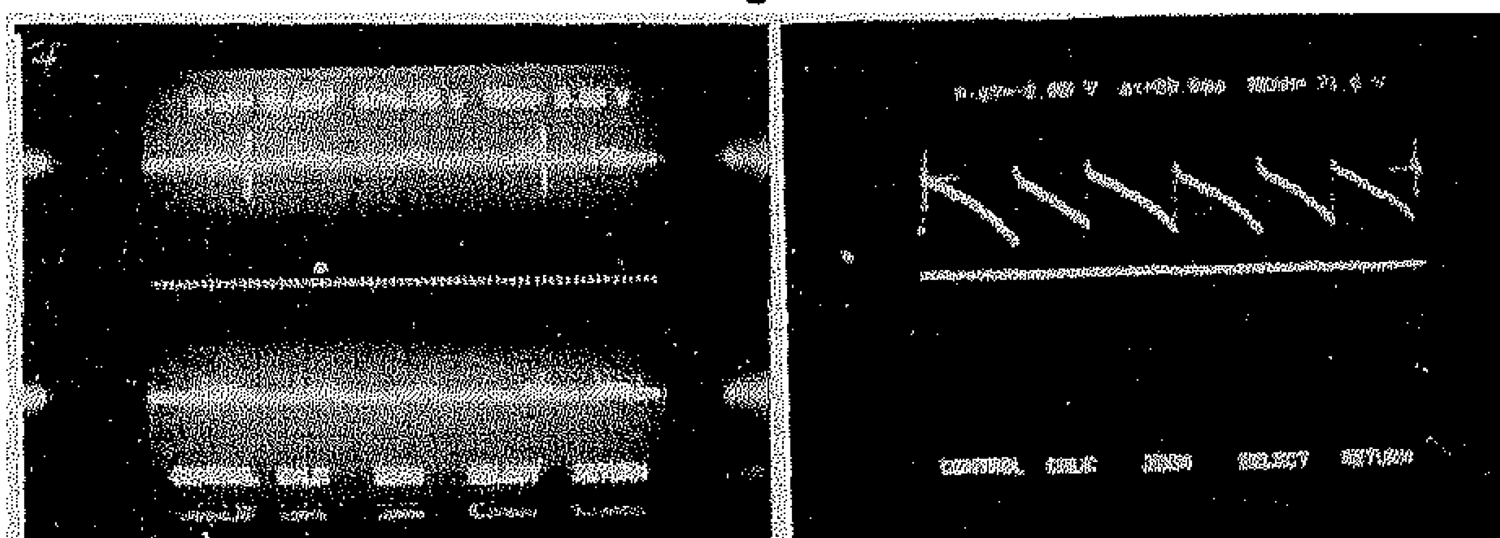
Fig. 7 - PI controller



(a) motor speed (upper trace $n_{ref.}$, lower $n_{act}$, 1 volt/div., 1 sec/div., n = 673 rpm, $T_L$ = 1.31 N. m)

(b) Armature voltaage ( 20 volt/div., 2 msec/div., n= 673 rpm, $T_L$ = 1.31 N. m)

$K_{I_S} = 1.4$



(c) motor speed (upper trace $n_{ref.}$, lower $n_{act}$, 1 volt/div., 1 sec/div., n = 909 rpm, $T_1$ = 2.18 N. m, $T_2$ = 0 N.m)

(d) Armature voltaage ( 50 volt/div., 2 msec/div., n= 909 rpm, $T_L$ = 2.18 N. m)

$K_{I_S} = 11.92$

Fig. 8- Experimental results.

## 6. SENSITIVITY STUDY OF A VECTOR CONTROLLED INDUCTION MOTOR SYSTEM

Vector control permits to consider the motor by an equivalent separately DC motor. The vector control of induction motor complete system simulation was carried out by some of the anthers at [5]. The motor dynamics and motor current response with step function input are calculated with PID controller and compared with a PI controller. The block diagram of the field oriented induction motor system is shown in Fig. 9. For a squirrel cage rotor induction motor, the rotor time constant ( $\tau_r$ ) has to be calculated from stator terminal measurements and may change with saturation, temperature, and skin effect. In order to analyze the influence of a wrong determination of the rotor time constant, several values of $\tau_r$ are used.

The simulation sensitivity results with both PI and PID controllers are shown in figs 10, 11 and 12.

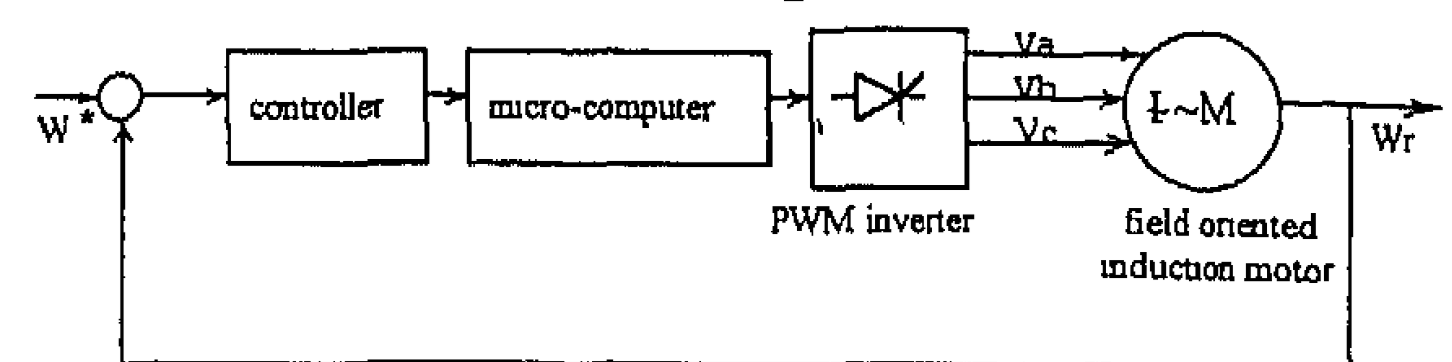
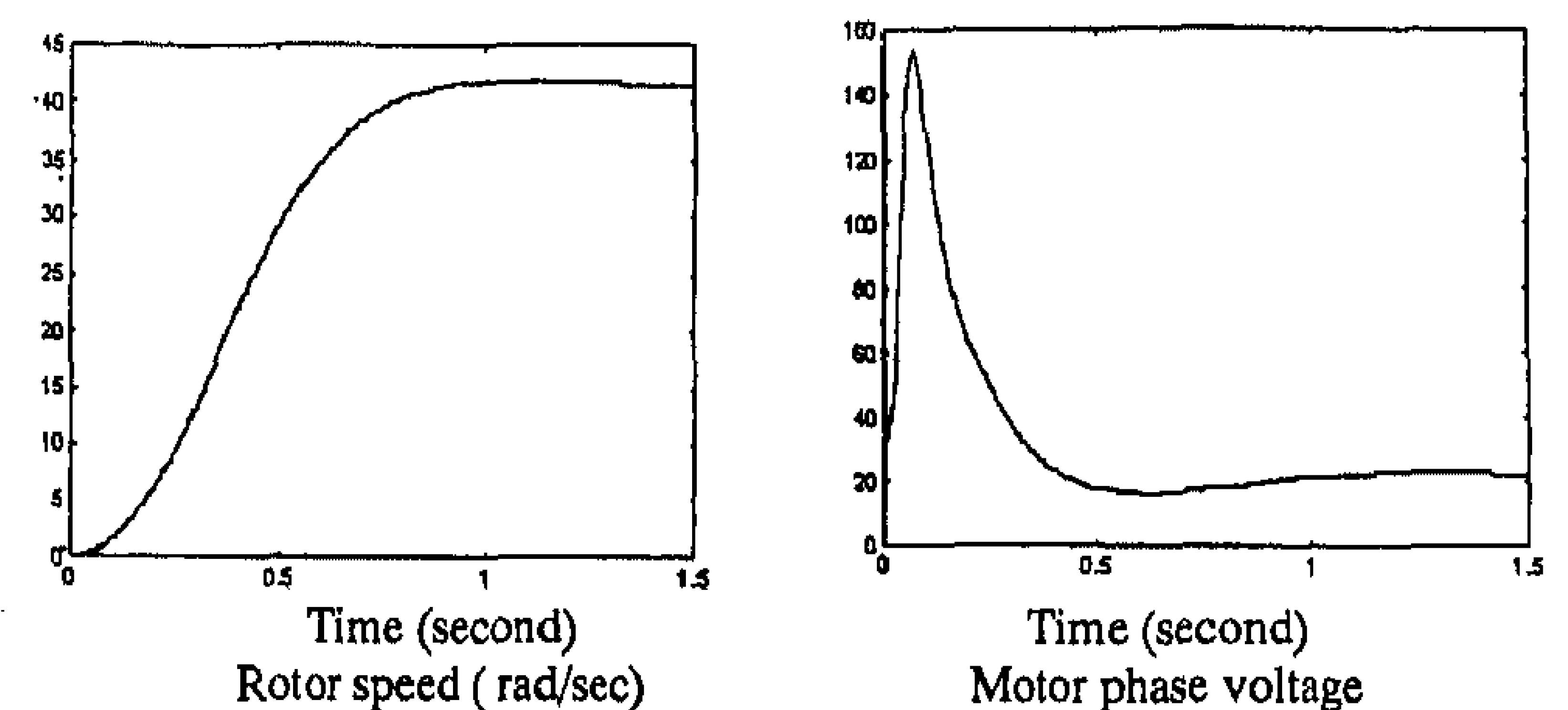
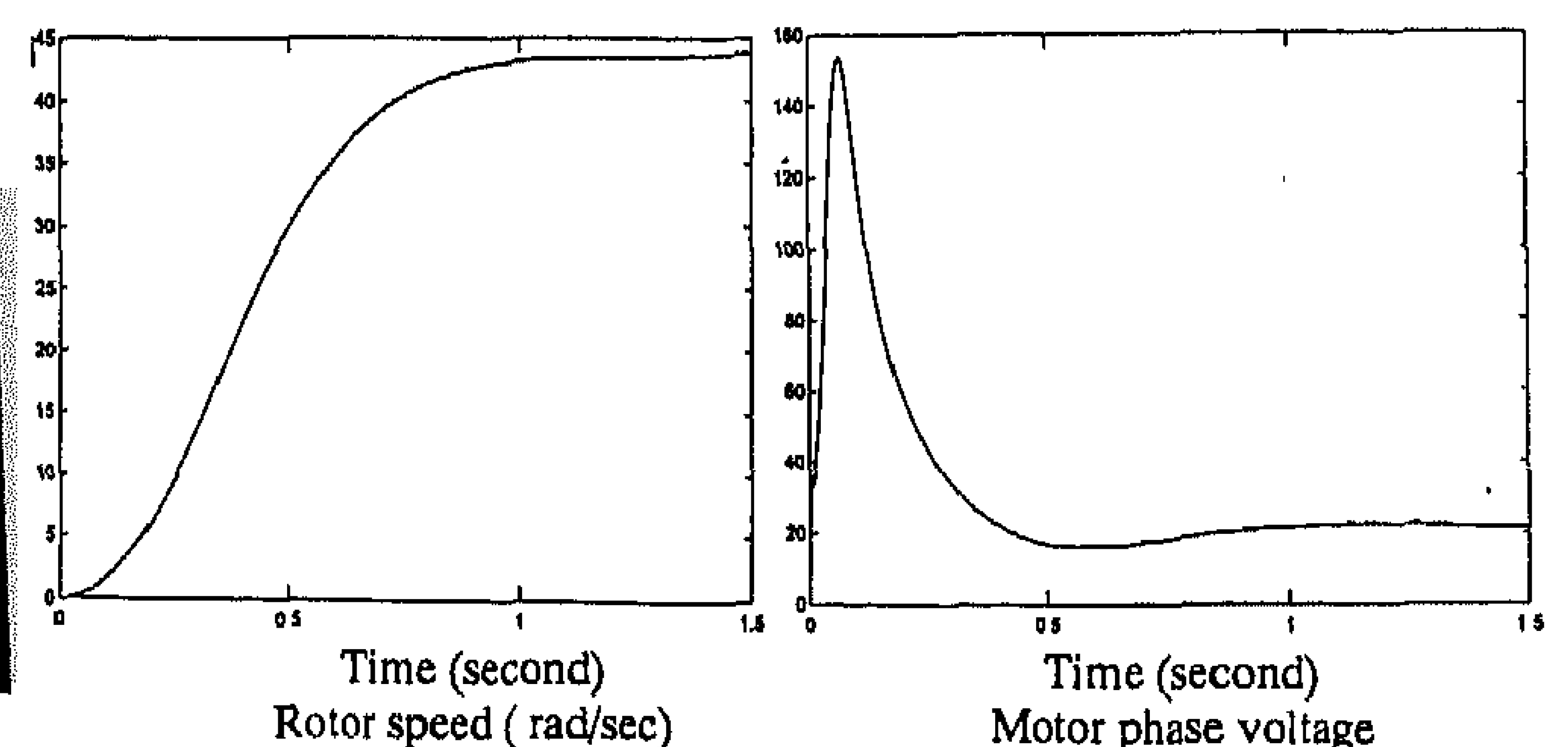



Fig. 9 - Simplified diagram of field oriented induction motor.



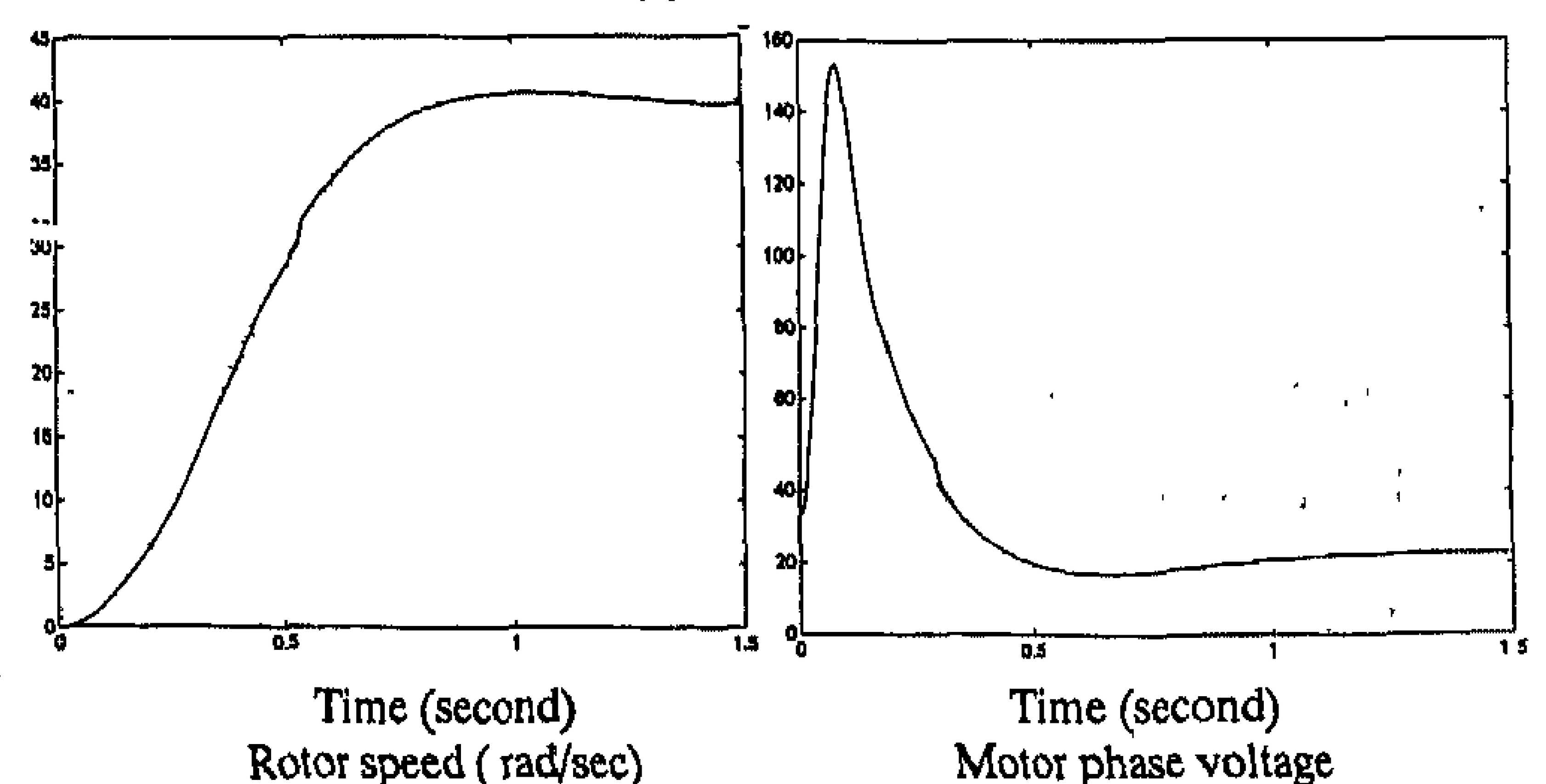
Time (second) Rotor speed ( rad/sec) — Time (second) Motor phase voltage

(a) $\tau_r = \tau_{r,\,rated}$



Time (second) Rotor speed ( rad/sec) — Time (second) Motor phase voltage

(b) $\tau_r = \tau_{r,\,rated} *0.75$



Time (second) Rotor speed ( rad/sec) — Time (second) Motor phase voltage

(c) $\tau_r = \tau_{r,\,rated} *1.25$

Fig. 10- V. C. I. M. PI time constant sensitivity

To reduce the current overshoot a PID contro-ller was proposed. Fig. 5 represents the speed and current responses with PID controllers. It is clear that the use of PID reduces the current overshoot to about 70% from its value with the PI controller.

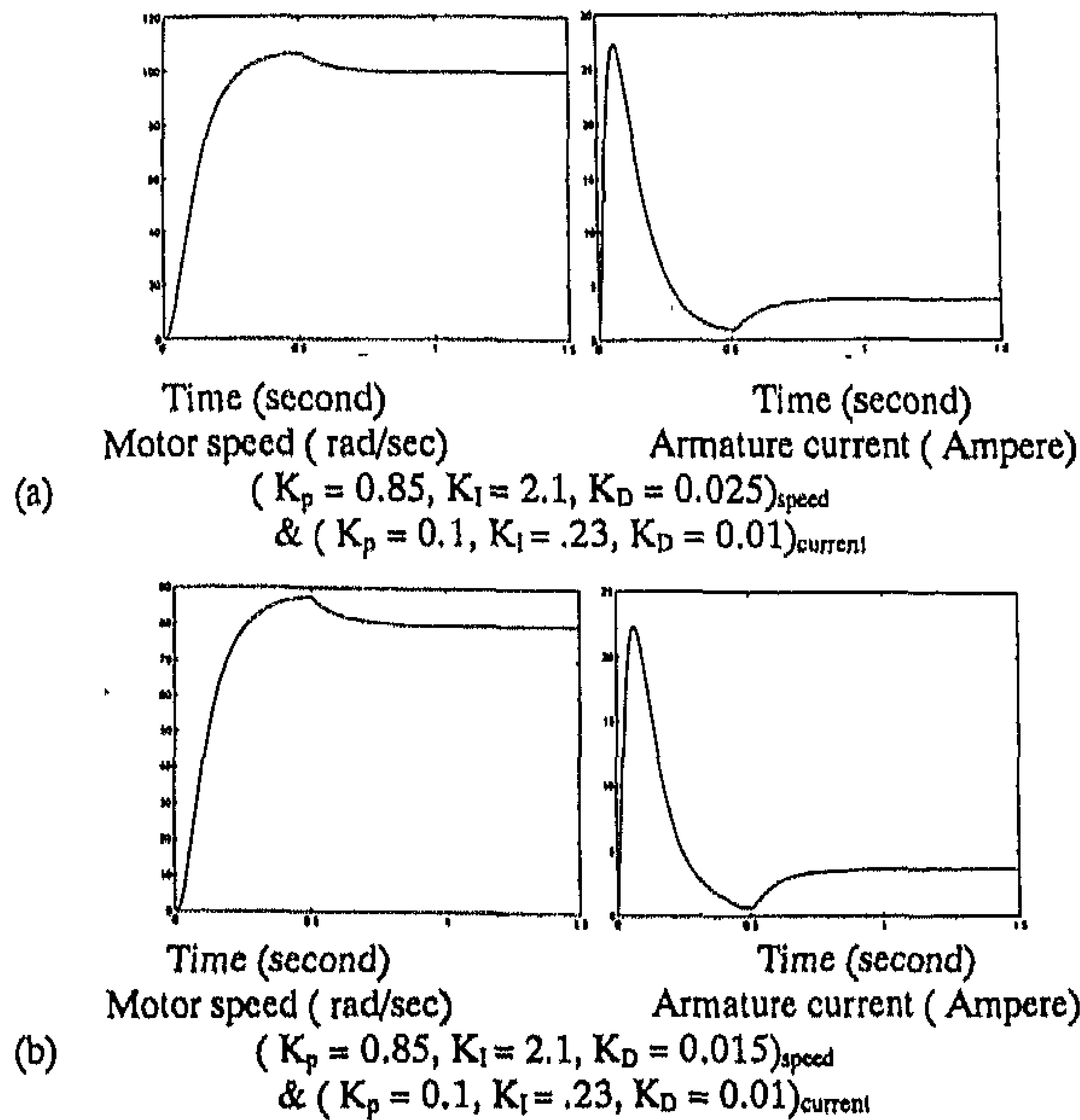



Fig. 5- PID controller sensitivity with filter for DC motor.

## 5. EXPERIMENTAL WORK

The system under study is realized experimentally with a DC generator as load. The fully controlled rectifier and the controller circuits are demonstrated by Fig. 6.

The validity of controller parameters $K_p$ and $K_I$ for speed and current loops, determined by the simulation work is tested as in Fig. 7.

The expression for the speed controller parameters can be deduced as follows:

The total transfer function of PI controller, for speed loop, shown in Fig. 7, is:

$$F_s(s) = (R_3 + P_1) / R_1 + ((R_3 + P_1) / (C_1.[R_7 + VR_1]. R_1)).(1/s) \quad (8)$$

but, the transfer function of the PI controller in general is:

$$F_{PI}(s) = K_p + K_I . (1/s) \quad (9)$$

Equating 8 and 9, the controller parameters are:

$$K_{P_s} = (R_3 + P_1) / R_1 \quad (10)$$

$$K_{I_s} = (R_3+P_1)/(C_1.[R_7+VR_1].R_1) = K_{P_s}/(C_1.[R_7+VR_1]) \quad (11)$$

By the same method, the current controller parameters can be deduced hence,

$$K_{P_c} = (R_{10} + P_2) / R_8 \quad (12)$$

$$K_{I_c} = (R_{10}+P_2)/(C_2.[R_{14}+VR_2].R_8) = (K_{P_c})/(C_2.[R_{14}+VR_2]) \quad (13)$$

where,

| | |
|---|---|
| R | resistances |
| $C_1$ , $C_2$ | condensers |
| P | potentiometers |
| VR | variable resistances |
| The subscript s | speed controller |
| The subscript c | current controller |

The speed and current controller parameters $K_{P_s}, K_{I_s}, K_{P_c}, K_{I_c}$ calculated from equations 10, 11, 12, 13 by the experimental test, where the results of experimental work are illustrated by Fig. 8. Those results are identical with the theoretical results.

The motor data is:

$P_{out_{F.L}}$ = 0.75 kw,

$V_a$ (armature voltage) = 110 volt ,

$V_f$ (field voltage) = 110 volt ,

$I_a$ (rated armature current) = 9.1 amp.,

$L_a$(armature leakage inductance) = 0.016 H,

Ra (armature resistance) = 1.33 Ω,

$\tau_a = L_a / R_a$ = 0.012 sec.,

J = 0.028 N. m / rad / sec$^2$,

B = 0.003 N .m /rad /sec, $\tau_m$ = J / B = 9.1 sec.,

C (static friction) = 0.5 N. m,

n (rated motor speed) =1425 rpm,

$K_t$ = $K_e$ (torque or back e.m.f coefficient) = 0.66 volt / rad /sec,

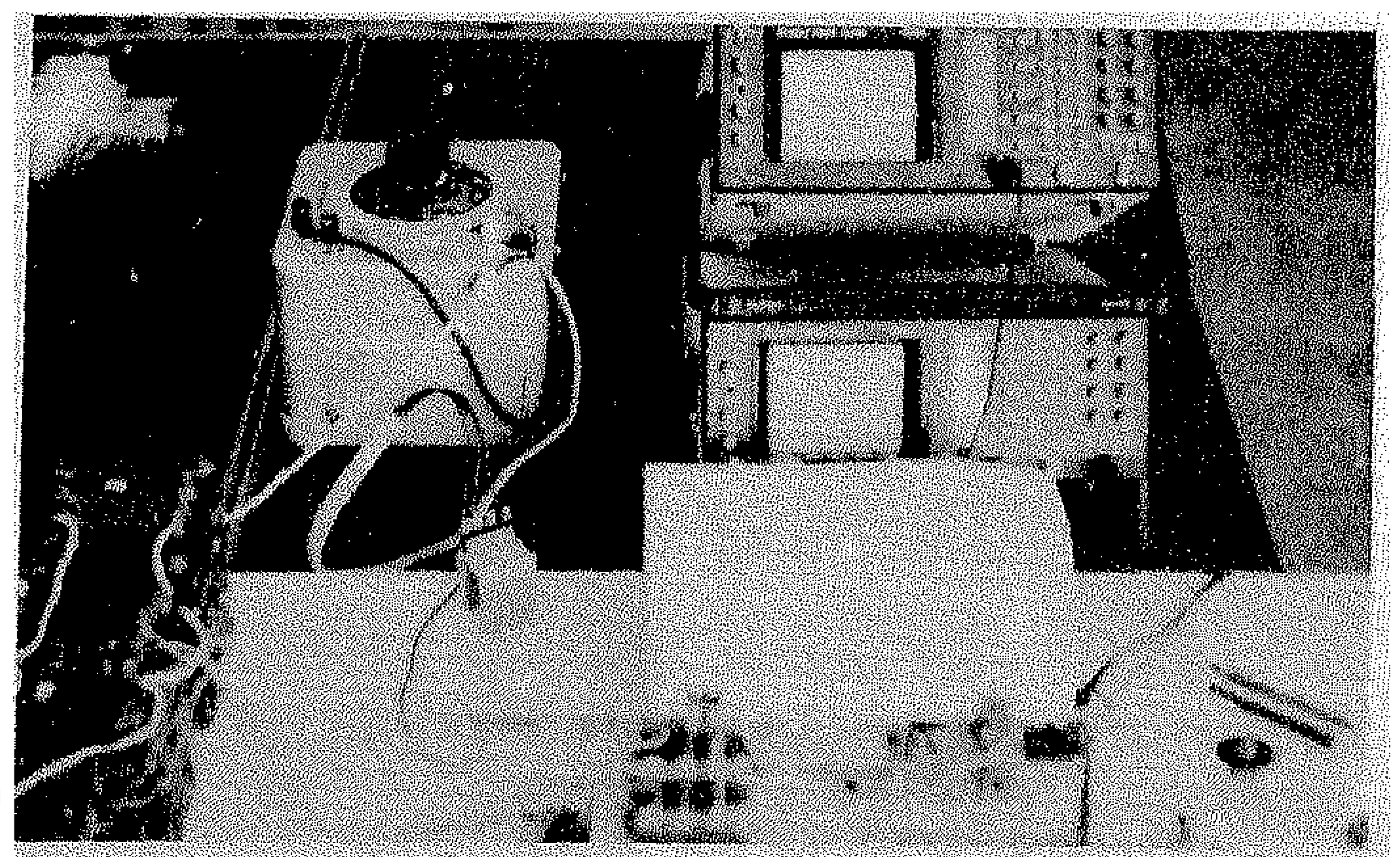


Fig. 6- Complete system

where B is very small with respect to $K_p$ and could be neglected.

If $T_s$ is the settling time, then:

$$T_s = K_p / K_I \quad (7)$$

Practically the settling time is taken in the order of 4 times the inverse of the roots of the characteristic equation. Consequently, the values of $K_p$ and $K_I$ can be determined approximately.

Applying the constructed simulation, the controllers constants which give the optimal dynamic performance can be determined exactly.

## 4. SIMULATION RESULTS

A step function perturbation load torque of 33% of the rated torque was imposed to the motor and removed after 0.5 second, the steady state speed was 107 rad./sec. The speed and armature current were calculated and demonstrated by Fig. 3. The PI controller constants were changed by ± 25% from the optimal obtained values to test the dynamics sensitivity. Changes exist in the controller constants due to the temperature effect on the resistances.

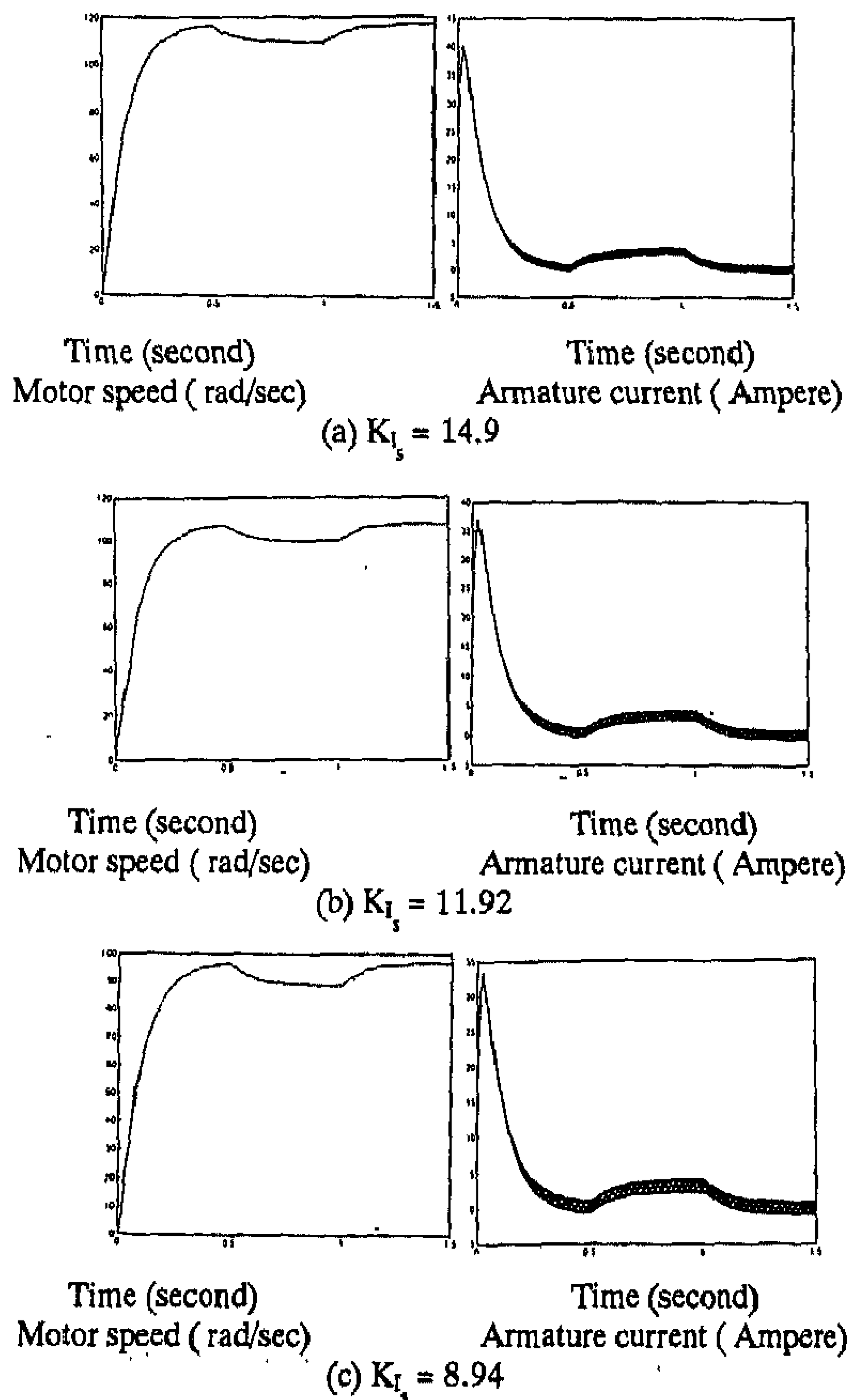



Fig. 3 - PI controller sensitivity for DC motor

The gain value of speed increases with the increase of $K_I$. It has its optimal value at $K_I$= 11.92 and there is no overshoot in the speed response. The steady state response time is not affected by the controller constant variation. The armature current overshoot is also increased with the increase of $K_I$, but the gain value has its initial value at the same value of $K_I$.

The ripples added to the current response is due to the output ripples of the rectifier without any filtration.

The incorrect determination of machine parameters, especially the armature time constant $\tau_a$ affects the speed and current responses of the drive.

This paper shows the effect of variation of armature resistance due to temperature rise with the PI controller. The machine time constant is varied from the measured value by ± 25%. Fig. 4 shows the speed and current responses for a step up perturbation load torque.

The steady state response time decreases with the decrease of the machine time constant for both the speed and the current, but the overshoot current increases.

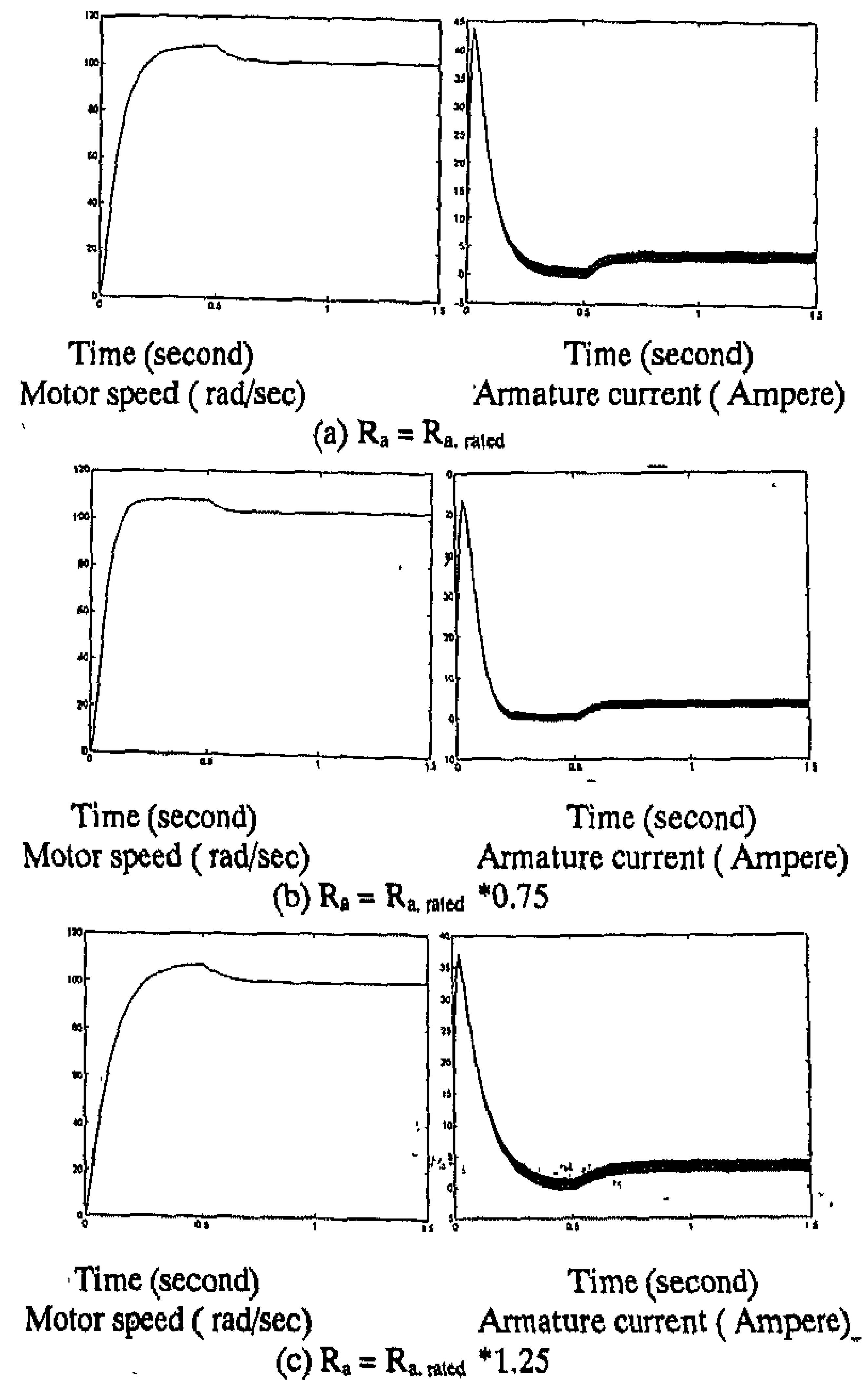



Fig. 4- PI time constant sensitivity for DC motor

| | |
|---|---|
| $K_t$ | torque coefficient. |
| J | system moment of inertia. |
| $\tau_m$ | mechanical circuit time constant. |
| $G_a$ | gain of armature converter. |
| $G_f$ | gain of field converter. |

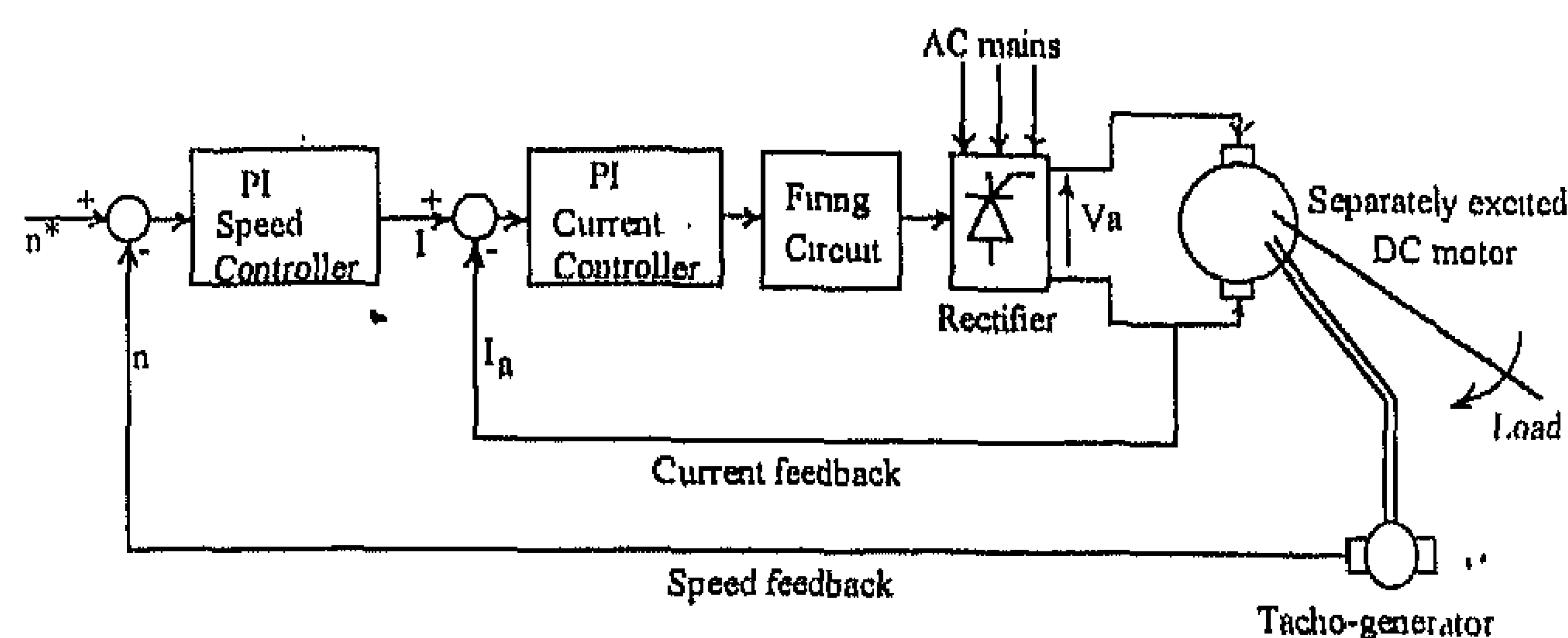



Fig. 1- Simplified block diagram of the complete DC motor system.

The other subsystems such as the 3-phase controlled rectifier, filter, feed back element, controller, and firing angle circuit are simulated using the MATLAB-software without any sever assumptions. The rectifier firing angle is determined according to the armature current error signal, through a comparison between this current and a saw tooth wave. The intersection of the two signals controls the firing of the rectifier thyristors, or through a look-up table. The computer simulator enables to represent the switching of the power electronics components as it occurs exactly, in the practical case.

## RECTIFIER SIMULATION

The rectifier out voltage is the armature input voltage. The operating logic of the rectifier and the generation of the firing pulses computer simulations are given by Fig. 2.

The block named generation of rectifier voltage is detailed in Fig. 2.a.

The 3-phase supply voltage input is represented by $V_A$ , $V_B$ and $V_C$. The minimum level value of voltage without the ripples is $V_\alpha$ , where $V_\alpha = V_{max} \sin(\alpha + 120)$, ($\alpha$ is the thyristor firing angle).

To represent the rectified line voltage $V_{AB}$ , the logic condition of generation is:

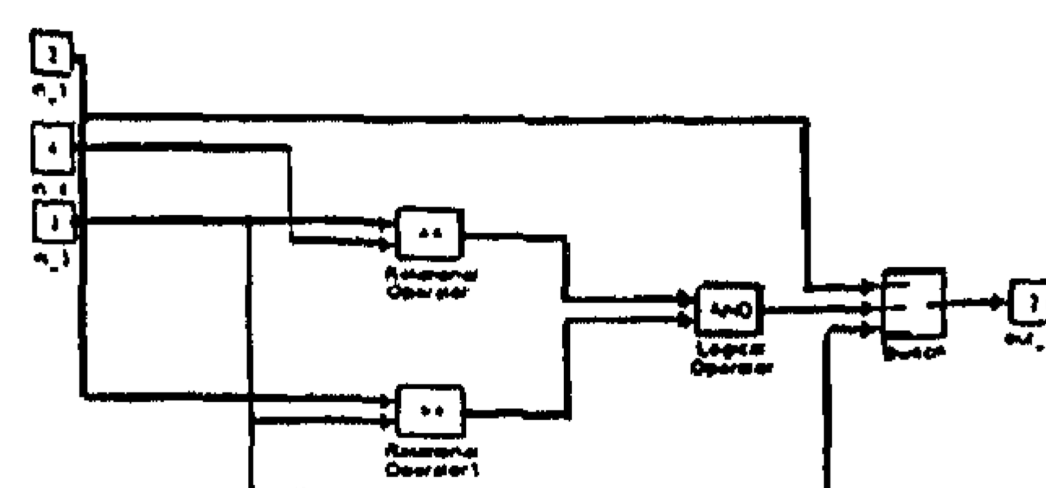
If $V_{AB} > V_\alpha$ and $V_{CB} < V_\alpha$, then period time is for $V_{AB}$ (4)

This logic equation is repeated to the six voltages $V_{AB}$, $V_{AC}$, $V_{BC}$, $V_{BA}$, $V_{CA}$ and $V_{CB}$. To generate a rectified line voltage which is extending over $\Pi / 6$ at $\alpha = 0$ , each two generated voltages from repeating equation (4) must be compared with the next line voltage with the following logic:

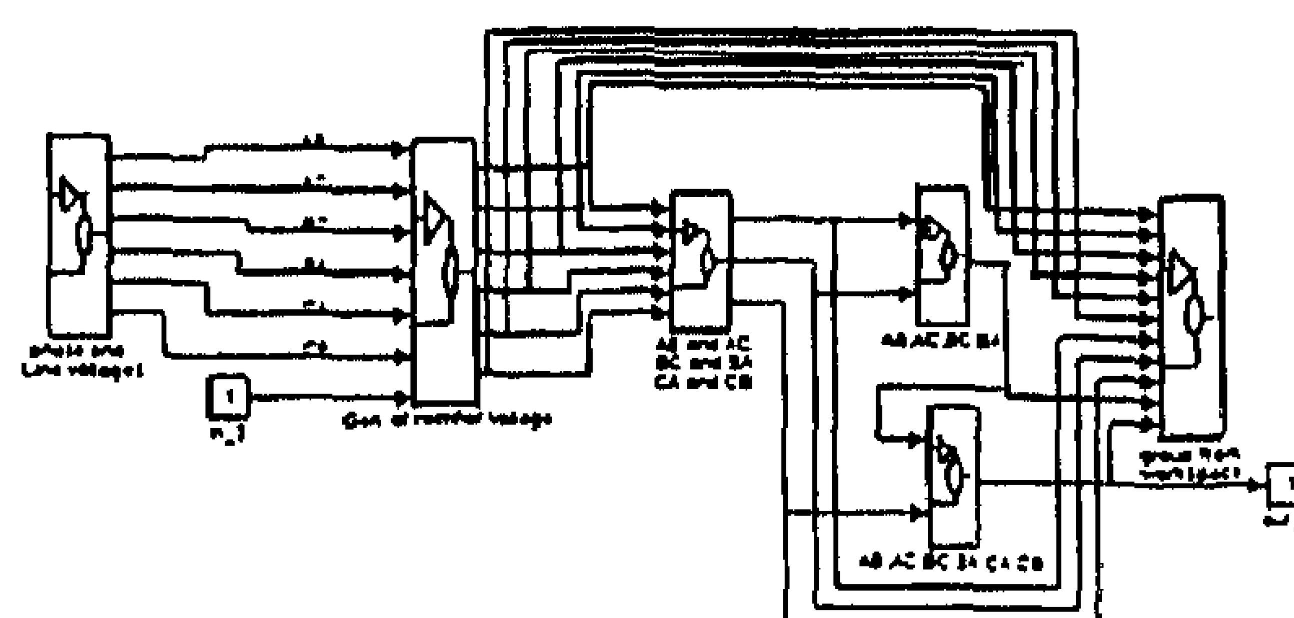
If $V_{AB} > V_{AC}$ , then generate $V_{AB}$ to output.

If $V_{AB} < V_{AC}$ , then generate $V_{AC}$ to output.

The rectifier simulator output is given in Fig. 2b, at $\alpha = 0$

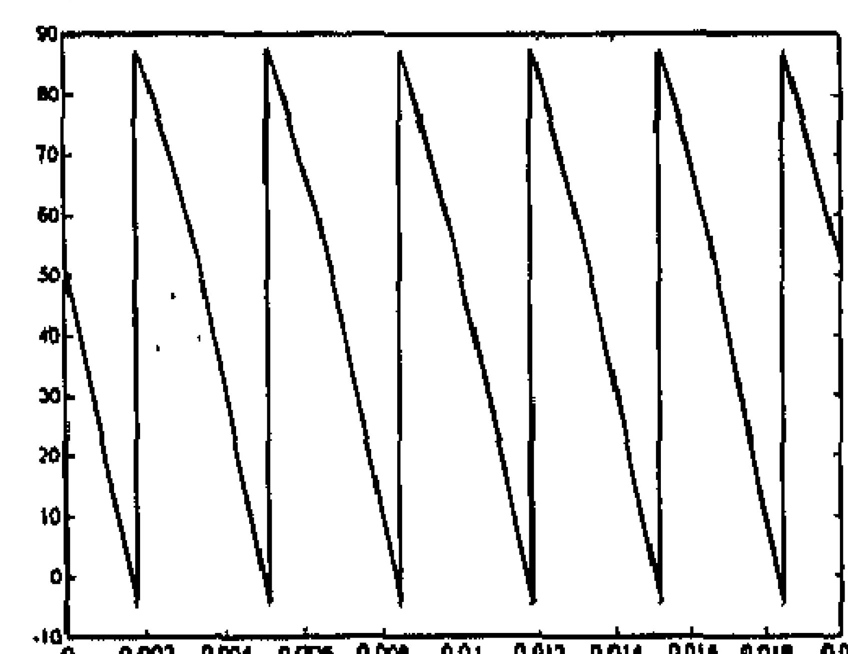


Generation of rectified line voltage ( $V_{AB}$)



The operating logic of the rectifier

**( a) The rectifier simulator details**



**( b) The output voltage of rectifier**

Fig. 2- Rectifier simulation

## 3. DETERMINATION OF THE CONTROLLER PARAMETERS

The system characteristic equation is deduced considering a first order mechanical or electrical system separately, by simplifying, Fig. 1. The simplified characteristic equation is given by:

$$S^2 + ((B+K_p)/J).S + K_I/J = 0 \quad (5)$$

where

| | |
|---|---|
| $K_p, K_I$ | are the proportional and integral controller parameters. |
| B | friction constant. |
| S | is Laplace operator. |

To obtain a stable system without oscillation, the roots of the characteristic equation must be real.

As a result, $K_P^2 \geq 4.K_I.J$ (6)

# REALIZATION OF CONTROLLERS FOR DC AND VECTOR CONTROLLED INDUCTION MOTORS

By

**Farouk Ismail*, Osama Mahgoub*, Hisham El Khashab**, &, Ahmed Oshiba****

## ABSTRACT

Controller constants play an important role in electric drive system dynamics. The vector control permits to consider the induction motor as an equivalent separately excited DC machine; as a result, the dynamics of the two machines are compared. Experimental realization and computer simulation are constructed under PI and PID controllers.

A sensitivity study for the controllers constants and for the machines time constant is carried out and demonstrated for both machines under the same conditions. The computer simulation of the electric drive systems is constructed using the MATLAB-SIMULINK software package.

## KEYWORDS

-Modelling of electric drives.
-Simulation of electrical drives.
-Control of electrical machines.

## 1. INTRODUCTION

Variable speed electrical drives represent one of the technological keys of modern industry. Now power electronics systems have mainly one or more of converters. It can be a rectifier to convert AC to DC or any combination of both.

The complete system simulation can be developed after describing the system components models, control algorithms, and then the computer programs. The power electronics system model is generally nonlinear with mixed analog and digital circuits with wide ranges of time constant. The main purpose of computer simulation is to verify the design concept. With this simulator, stability and dynamic performance of the system may be assessed, control laws verified, controller constants varied, checked and tuned for optimal dynamic response.

The controller constants affect greatly the system dynamic performance. This effect is varying according to the applied system. The effects of controller constants variations can be compared between AC and DC systems. The DC system simulation has been studied by many anthers such as [1], [2] and [3], while the vector controlled simulation and sensitivity have been studied as in [4] and [5].

This paper presents a realization of a computer simulator to a power electronics speed controlled DC motor to realize the optimal PI & PID controllers with the optimal dynamic response, besides an experimental verification for the simulation results.

However, the DC motor is analogous to the vector controlled induction motor, the same principle of determining the speed controller constants is taken and the optimal dynamic performance is realized.

* Faculty of Engineering,Cairo University.
** Electronics Research Institute, El Tahrir street, Dokki,Cairo.

## 2. DC MOTOR SYSTEM IDENTIFICATION

The separately excited DC motor speed controlled system under consideration is shown by Fig. 1. The mathematical model of the DC motor can be written as follows:

$$dI_a/dt = -I_a/\tau_a - K_e . I_f . n/L_a + G_a V_a/L_a \quad (1)$$

$$dI_f/dt = -I_f/\tau_f + G_f V_f/L_f \quad (2)$$

$$dn/dt = -n/\tau_m + K_t . I_f . I_a/J - T_L/J \quad (3)$$

where,

| | |
|---|---|
| $I_a$ | armature current. |
| $I_f$ | field current. |
| $V_a$ | armature voltage. |
| $L_a$ | armature winding inductance. |
| $L_f$ | field winding inductance. |
| $\tau_a$ | armature circuit time constant. |
| $\tau_f$ | field circuit time constant. |
| $n$ | rotor speed. |
| $T_L$ | load torque. |
| $K_e$ | back e.m.f coefficient. |

second variant declares the direct effect on the pdf of input to storage from higher tendency of discharging mode ( the most left ), to higher tendency of charging mode ( the most right ). These two extreme cases are practically unaccepted. Thus changing the combination between WECS and PV-modules to ascertain a charging area higher than discharging area would be the lower limit, upon which the suboptimal design is to be figured. The upper limit to be realized is the economical features of the whole system, which finally specifies the optimal configuration of the hybrid system. In the economical evaluation, capital and running costs of all the system components are to be included.

## APPENDIX A

The manufacturer's parameters of the wind turbine used in the study :

| | |
|---|---|
| * Manufacturer | : North Wind Power Co. |
| * Type | : Horizontal - Axis |
| * Rated power output | : 2 KW @ 9.8 m / s |
| * Cut- in wind speed | : 3.6 m / s |
| * Rated wind speed | : 9.8 m / s |
| * Cut- off wind speed | : 22 m /s |
| * Rotor blade diameter | : 4.15 m |

## APPENDIX B

The manufacturer's parameters of the PV generator used in the study :

| | |
|---|---|
| * No. of parallel strings | : 18 |
| * No. of cells in each string | : 324 |
| * Resistance of each cell | : 0.05 ohm |
| * Reverse saturation current | : 0.5 mA |
| * Photocurrent for 100% insolation | : 0.8 A |

## *REFERENCES*


1- *R.Ramakumar, et. al., "Design Scenarios for Integrated Renewable Energy Systems", IEEE Trans. on Energy Conversion, Vol.10, No.4, December 1995, pp.736-746.*

2- *B.S.Borowy, Z.M.Salameh, "Optimum Photovoltaic Array Size for a Hybrid Wind/ PV System" , IEEE Trans. on Energy Conversion, Vol.9, No.3, September 1994, pp482-488.*

3- *I. Abouzahr, R.Ramakumar, "Loss of Power Supply Probability of Stand-Alone Photovoltaic Systems: A Closed Form Solution Approach" ,IEEE Trans. on Energy Conversion, Vol. 6, No.1, March 1991, pp.1-10.*

4- *I.Abouzahr,R.Ramakumar, "Loss of Power Supply Probability of Stand-Alone Wind Electric Conversion Systems: A Closed Form Solution Approach", IEEE Trans. on Energy Conversion, Vol.5, No.3, September 1990, pp.445-452.*

5- *Wind Atlas For The Gulf of Suez, Prepared by Egyptian Renewable Energy Development Organization, EREDO, October 1994.*

6- *A.Balouktsits, PH. Tsalides, "Stochastic Simulation Model of Hourly Total Solar Radiation", Solar Energy, Vol.37,No.2,1986,pp.119-126.*

7- *M.A.Mosalam Shaltout, M.T.Y.Tadros, "Typical Solar Radiation Year for Egypt", Renewable Energy, Vol.4, No.4,1994,pp.387-393.*

8- *Operations Research , Hamdy A. Taha, Macmillan Publishing Co., Inc., 1982.*

**-Variant II :**

For this variant, starting again from the base case, the number of WECS is increased in steps, for each the pdf and energy input to storage are calculated. In analogy with variant I, the numbers given to the curves indicate the number of wind turbines installed, e.g. number 2 refers to the dotted curve as well as describes the results of a combination of 1 PV- module and 2 wind turbines. As seen from figure (5), the pdf of input to storage is shifted to the right each time the number of WECS is increased. Also, the ratio between the charging area E1 and discharging area E2 is altered, showing an upwards shifting of the power curve. Figure (6) shows this behavior for load range 1: 4 Kw. The same trend is given in figure (7) for load range 3: 6 Kw.

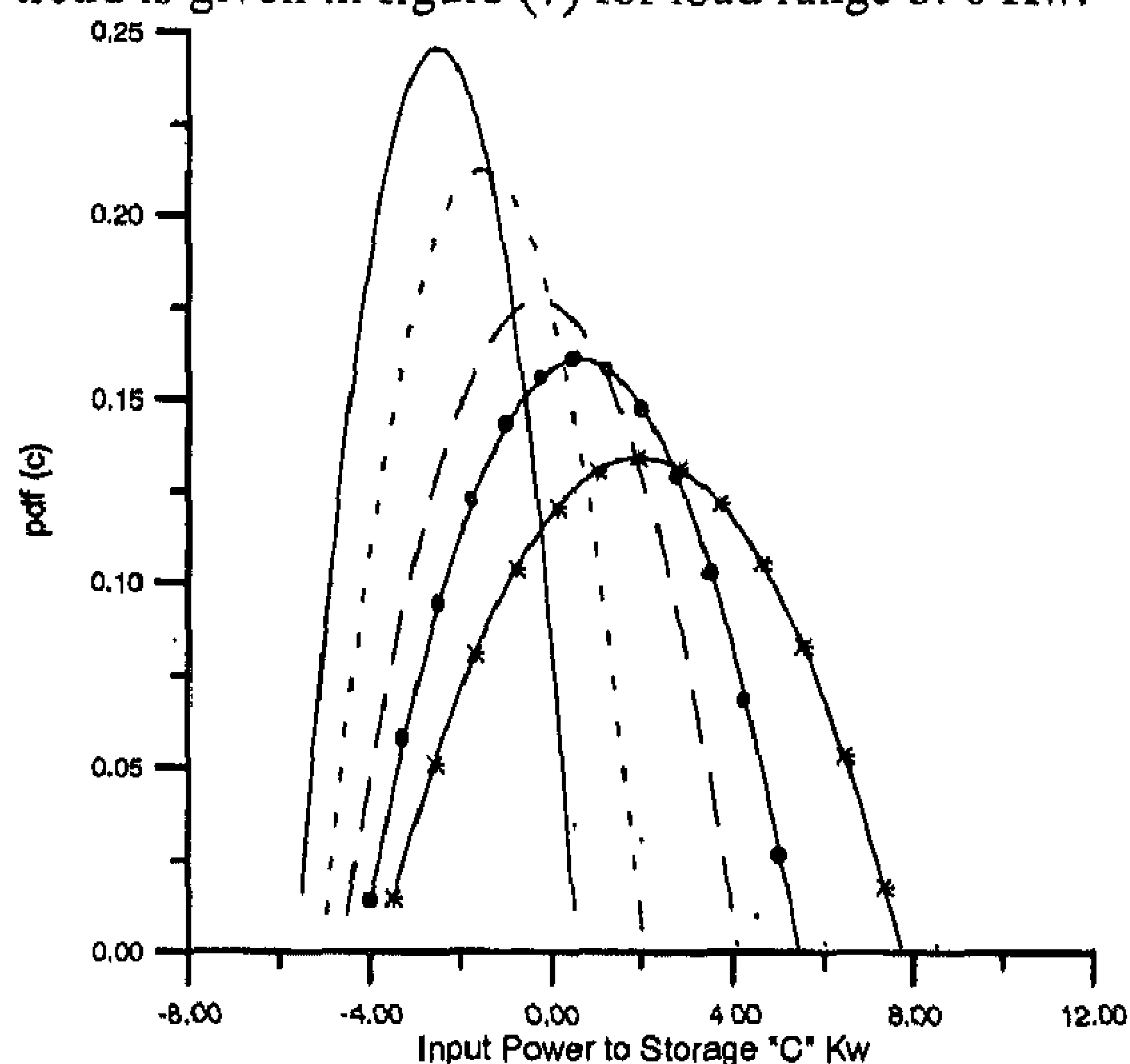
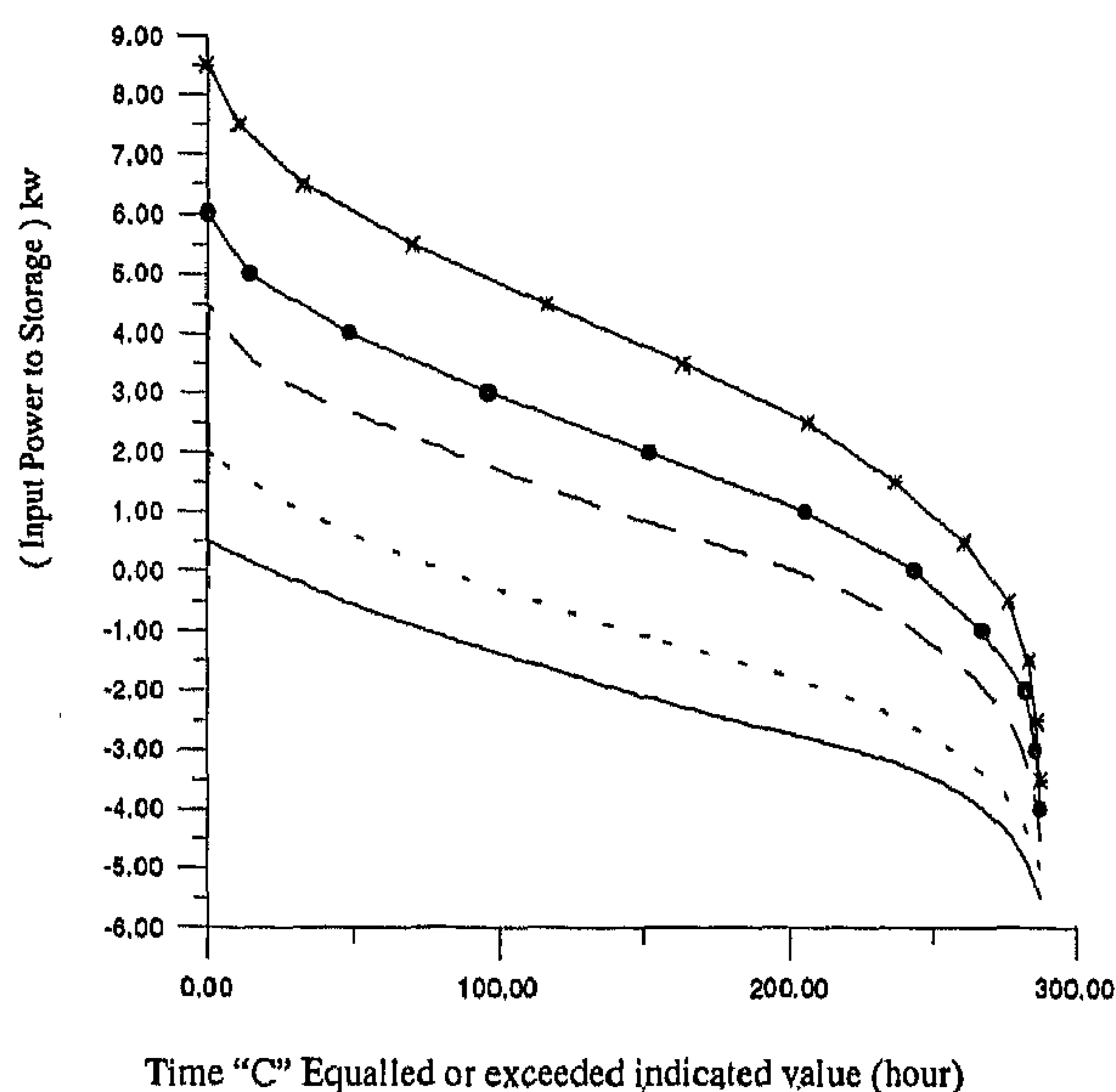



Fig. -5. Probability density function of input power to storage for different number of WECS




Time "C" Equalled or exceeded indicated value (hour)

Fig. -6. Duration curves for the input power to storage for different number of WECS Lmin = 1 Kw , Lmax = 4 Kw

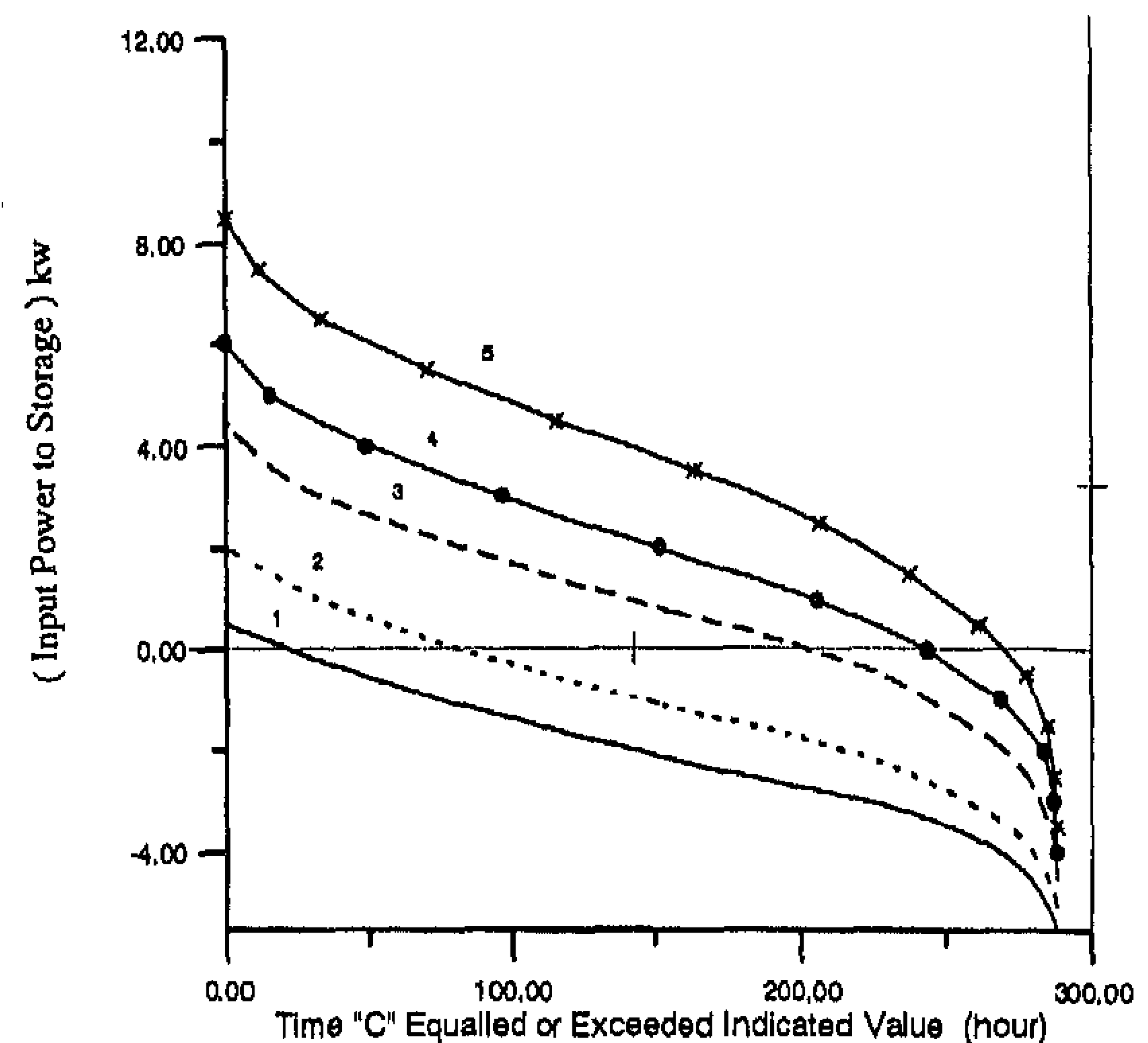



Fig. -7. Duration curves for the input power to storage for different number of WECS Lmin = 3 Kw , Lmax = 6 Kw

Figure (8) shows the reduction of the battery capacity required with increased number of WECS for two different loading conditions. For case 1, a reduction of 75 % from the base case is gained by adding 4 units of WECS. This reduction is almost equivalent to 200 Ah. For case 2, the reduction is 46 % of the base case.

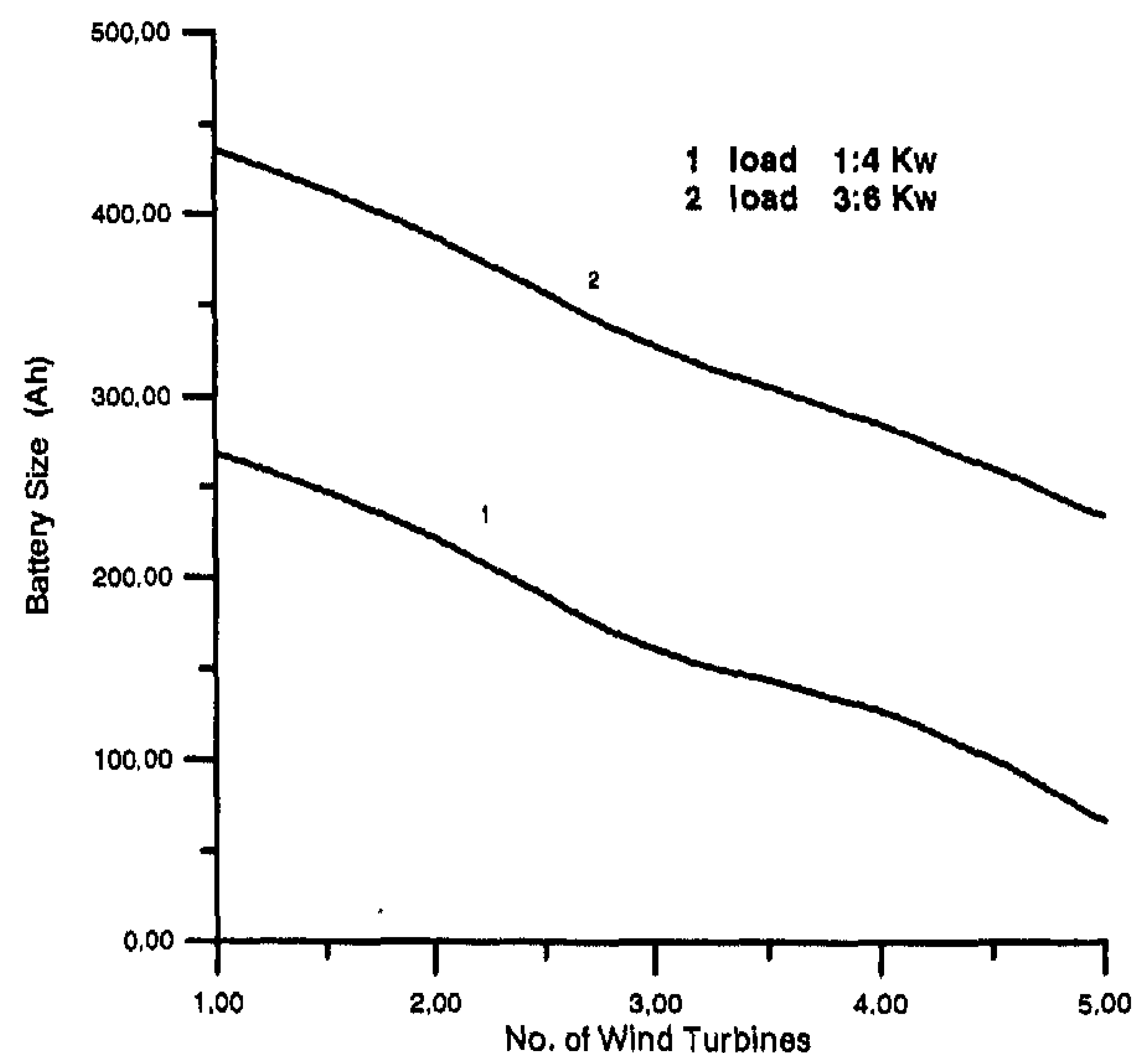



Fig. 8- Required battery capacity for different number of WECS

## CONCLUSION

It is evident that, the LPSP technique is a powerfull tool to be implemented in the design phase of hybrid systems. It has the capability to encounter the probabilistic nature of the load demanded and the energy generated. It also enables the designer to test different variants. The first variant tested shows that, changing the number of PV-modules is not that much effective in reducing the storage capacity required. While the

A typical duration curve for the random variable C "power input to storage" is shown in figure(2). If a value of $C_1$ can be found such that the difference between the areas E1, E2 is the allowable energy depletion from the storage system, Then the value of LPSPis given by :

$$LPSP = \int_{P_{min}-L_{max}}^{-c1} f_c(c)d(c) \qquad (8)$$

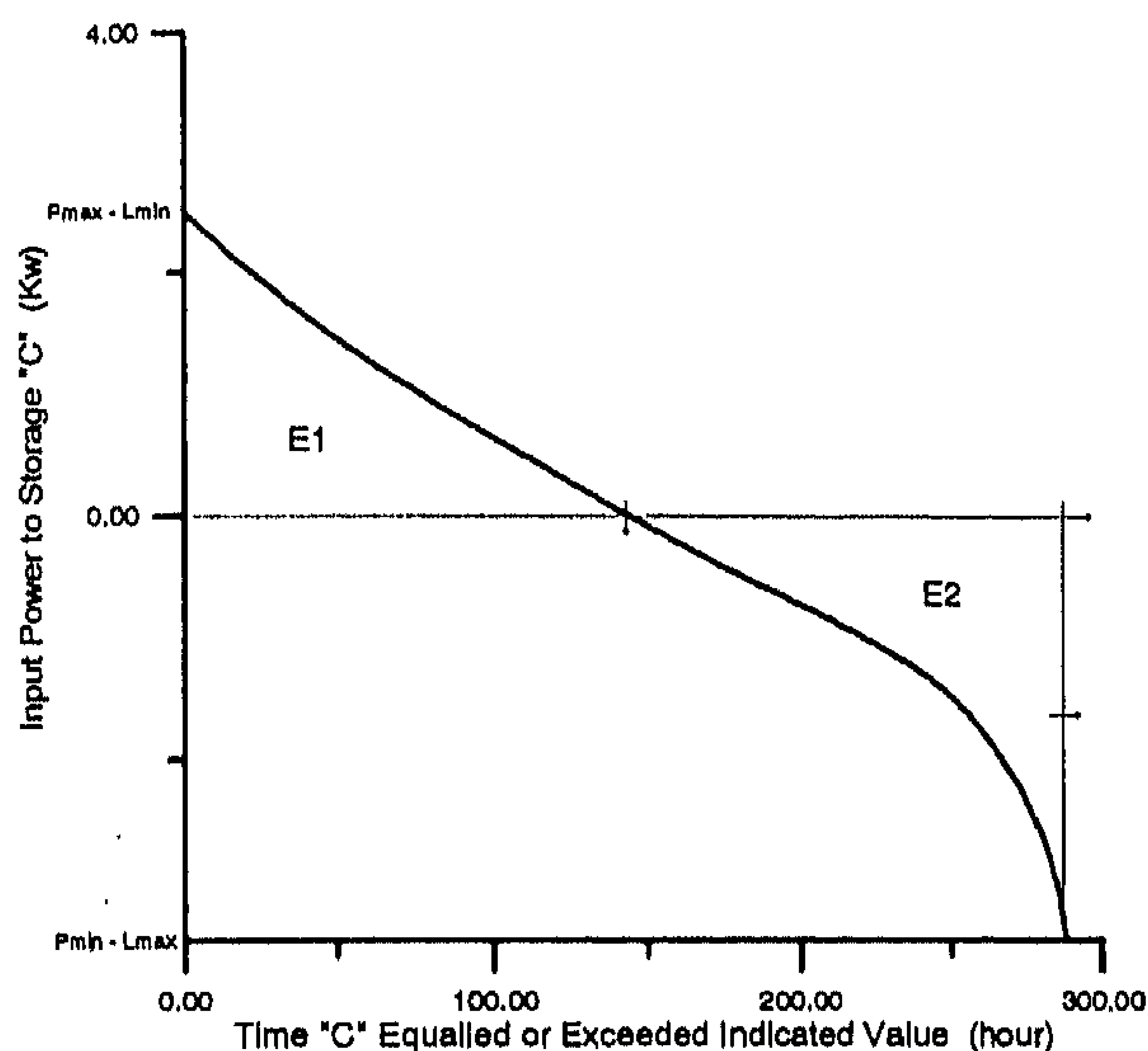



Fig. 2- Duration curve for the power input to storage

In design phase, LPSP is one of the design control parameters having certain value (say 0.01) depending on the nature of the load supplied.

## RESULTS AND CONCLUSION

### Results

To show the significance of the LPSP technique in optimally design hybrid systems, keeping in mind to satisfy the technical constraints as well as the economic constraints, a case study is introduced. The assumptions of this case study are as follows:

1-The LPSP is to be kept at 1% level.

2-A forecast load is uniformly distributed between a minimum value of 1 Kw and maxim of 4 Kw.

3-The metreological data of the north-west coast and Red-Sea coast of Egypt are used to choose the WECS and PV- module ratings of 2 kw , 1.5 kw respectively.

Apply the LPSP technique to design the hybrid system needed to supply the given load, two variants are considered, which are :

**- Variant I :**

Starting from the base case of having one unit of each of the WECS and PV-module, the number of PV-modules is increased in steps. At each step , the capacity of the storage system required is calculated. The results are given in figure (3), from which it can be seen that increasing the number of PV-modules from 1 to 4 Kw causes a battery capacity reduction of 16.6 Ah ; 5% of the base case.

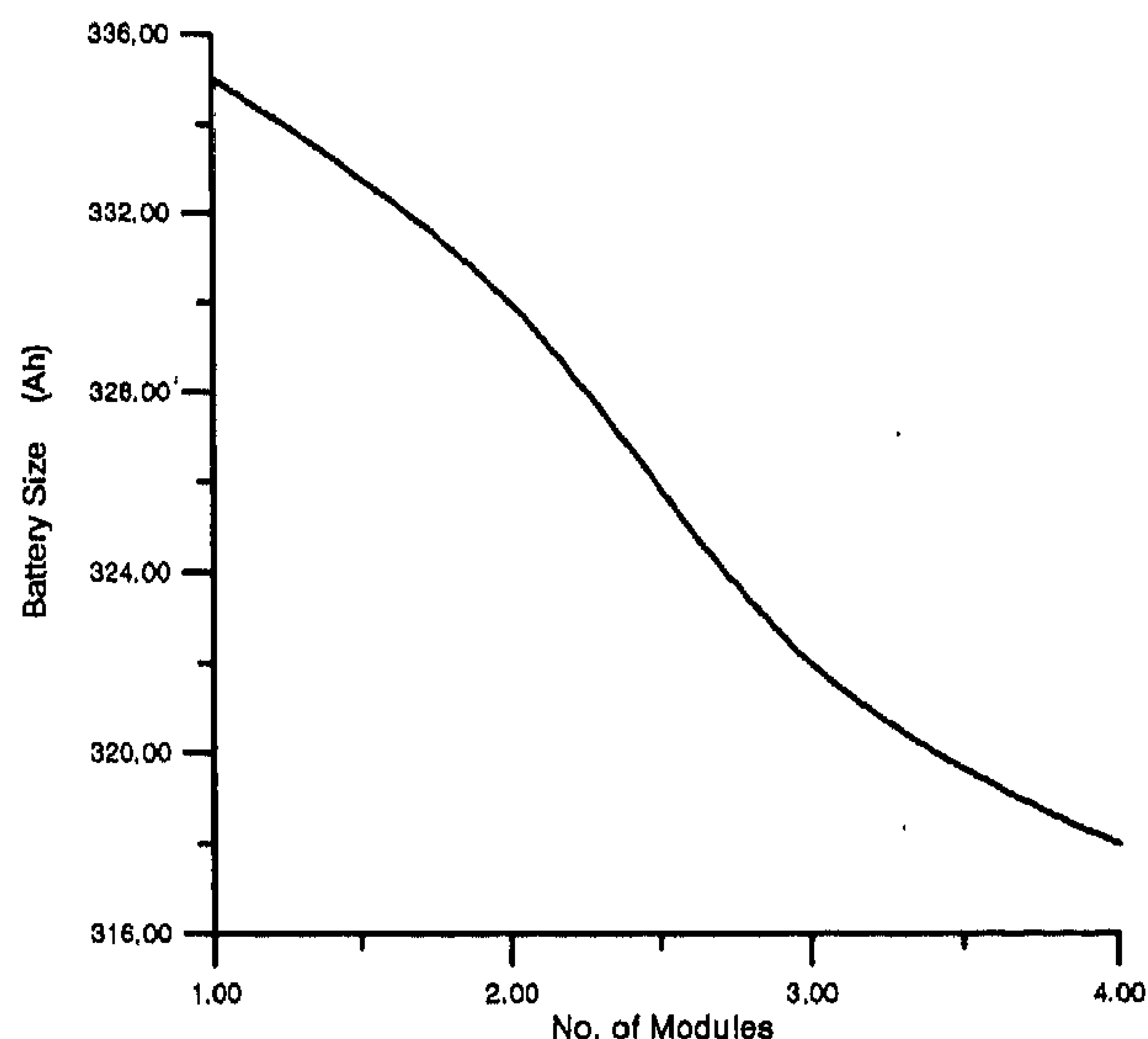



Fig. 3- Required battery capacity for different number, of PV- modules

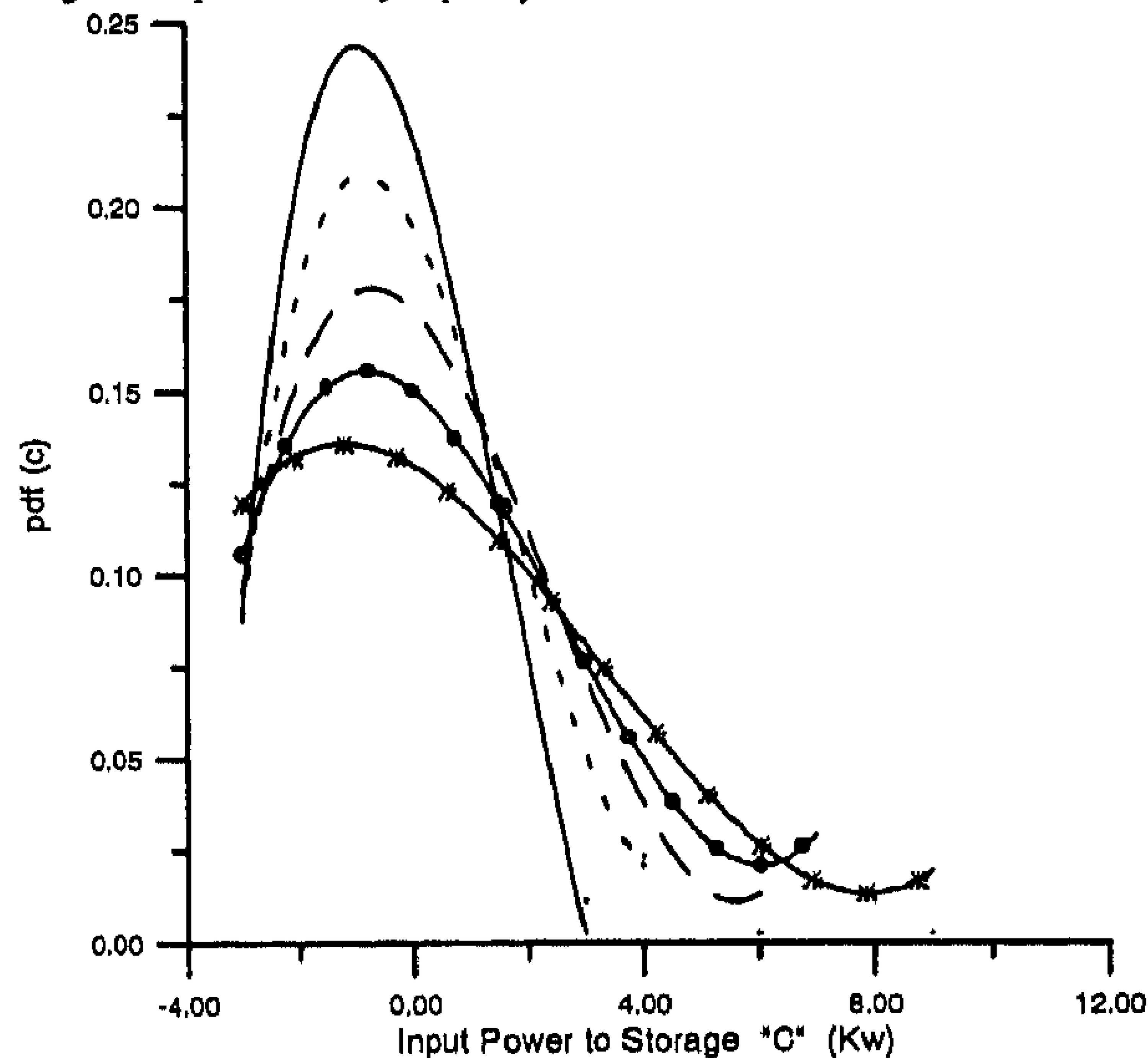



Fig. 4- Probability density function of input power to storage for different number of PV- modules

Figure (4) shows the pdf of input to storage for different No. of PV-modules. Numbers given to the curves indicate the number of PV-modules installed. For all cases, only one WECS is considered. Since the quantity ( $P_{min}$ - $L_{max}$ ) depends on the number of WECS used and maximum load, all the cases studied would have the same starting point. However, for increased number of PV- modules, the pdf- curves should be shifted from the right.

study can be assessed by employing suitable models for the power output of WECS and PV-system and for the load.

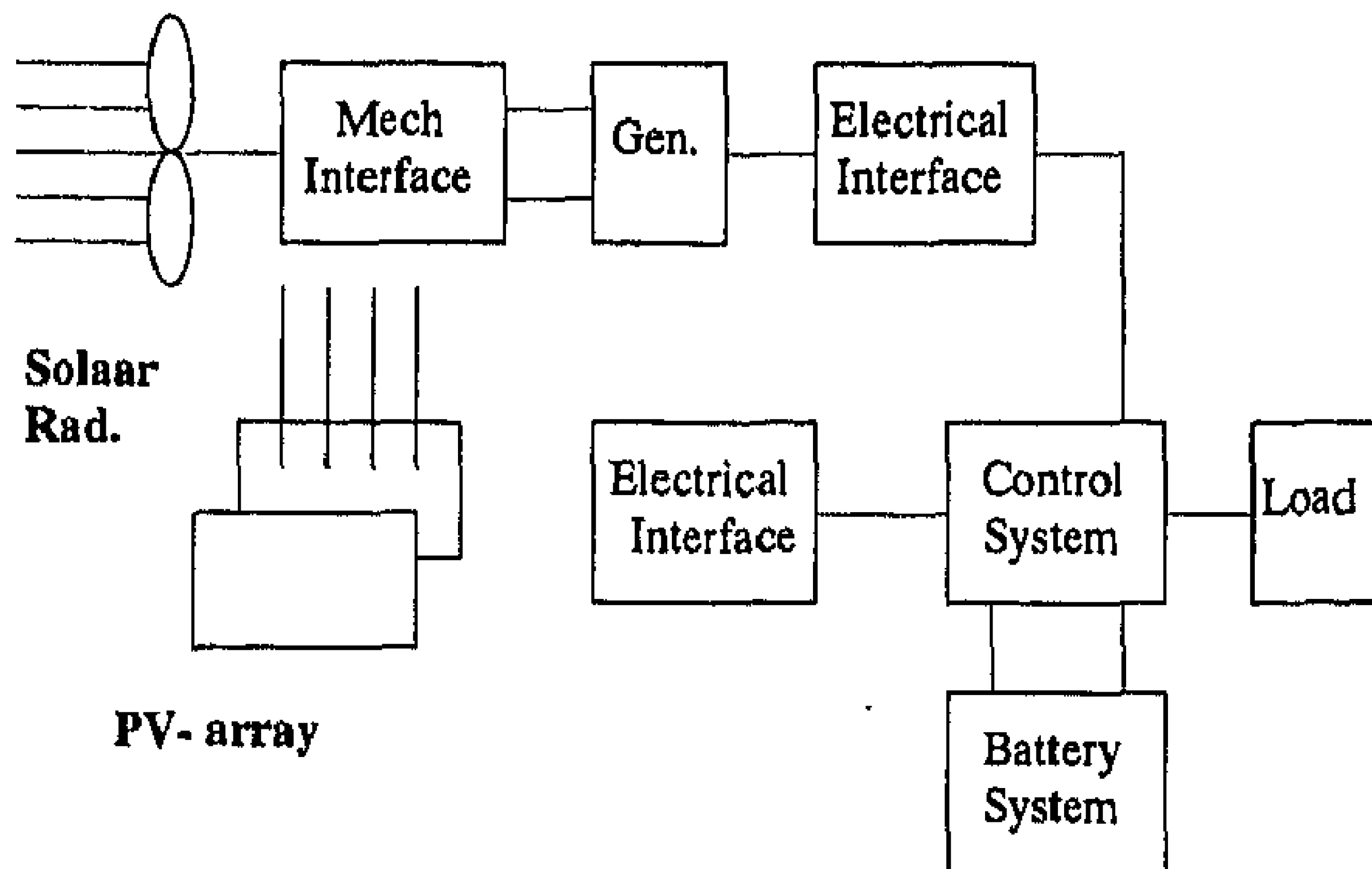



Fig. 1- Schematic diagram of the system under study

**Wind Energy Conversion System Model**

To determine the output power of the WECS it is basically evident that the wind speed distribution for selected sites and the chosen wind turbine type as well, are the factors to be considered. Since the wind speed is a random variable, a long term meteorological data is desirable to describe the sites of wind energy potential. As a case study of Egypt, the measured wind speeds for sites on the north-west coast and on the Red-Sea coast are considered in this study [5].

The characteristics of the WECS can be described as a function of the wind speed as follows:

$$P_w(v) = \begin{cases} \frac{v - V_c}{V_r - V_c} P_r & \text{for} \quad V_c \le v \le V_r \\ P_r & \text{for} \quad V_r \le v \le V_f \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \tag{1}$$

Based on the available wind speed range, a wind turbine is selected whose technical parameters are given in appendix A. It is to be mentioned, that the chosen wind turbine has a speed working range wider than the available wind speeds. Therefore, the wind turbine will deliver power for all wind speeds.

**Photovoltaic System Model**

On an hourly basis, having the solar radiation data for the selected sites, the power output of the PV-module can be calculated [6],[7]. a PV-module is selected for this study. The technical parameters of this module are given in appendix B. The characteristic equations of the PV - module are :

$$V = -0.91 + 23.68 \left(\frac{14.4\phi - I}{.009} + 1\right) \tag{2}$$

$$P = VI \tag{3}$$

A Maximum Power Point Traker (MPPT) is used to extract the maximum available power at every insolation level.

**Load Model**

As known, in the design phase the load to be considered could be a combination of existing load and forecast load. The estimation of the second portion of load depends on the available data, the skill and techniques used by the designer. Therefore, to accommodate the variety of loads that are encountered in practice, the load is assumed to be uniformly distributed between a maximum value of $L_{max}$ and a minimum value of $L_{min}$. The corresponding probability density function is given as :

$$f_L(\ell) = \begin{cases} \frac{1}{L_{max} - L_{min}} & \text{for} \quad L_{min} \le \ell \le L_{max} \\ 0 & \text{for} \quad \text{otherwise} \end{cases} \tag{4}$$

**LPSP Calculation**

The power input C to storage system is controlled by the following equation :

$$C(t) = P(t) - L(t) \tag{5}$$

where,

$$P(t) = P_w(t) + P_{pv}(t) \tag{6}$$

It is to be noticed that since the power generated by the hybrid system and the load supplied are time dependent, the amount of energy stored is also time dependent. However, C(t) can not be allowed to fall below a certain minimum value or to exceed a certain maximum value, both specified based on lifetime and safety considerations. The probability of encountering that minimum value in which the whole system would not be able to supply the load is the Loss of Power Supply Probability (LPSP).

Assuming that P(t) and L(t) are statistically independent, the probability density function $f_c(c)$ for the random variable C is found by convolving the pdf of P and L [8].Thus, the pdf of power input to storage is given as :

$$f_c(c) = f_p(p) * F_L(-\ell) \tag{7}$$

# OPTIMUM SIZING OF STORAGE FACILITIES USED IN PV / WIND AUTONOMOUS SYSTEM

By
Fadia M.A. Ghali *, M. M. Abd El Aziz **, F.A. Syam *

## ABSTRACT

In this paper, a PV / Wind hybrid autonomous system with a battery bank as a storage subsystem is optimally designed to supply pre-specified load. The implemented design criteria are the Loss of Power Supply Probability (LPSP). For selected locations, long term data of wind speed and irradiance recorded for every hour of the day are deduced to produce the probability density function of combined generation. For considered load distribution, the probability density function of the storage is obtained and consequently the battery size is calculated to give the relevant level of the system reliability using the LPSP technique. Different combinations of PV / Wind system are tested, for each the optimum size of storage facility is determined.

## INTRODUCTION

Interest in renewable energy sources is at its highest level since the oil embargo of 1973. In addition to the realization of the economic and geopolitical goals of existing and planned conventional non-renewable energy power plants, environmental concerns are playing an important role emphasizing the need to renewable energy sources. Economic aspects of renewable energy technologies are sufficiently promising at present to cope with the development of markets. One of the most promising markets for renewables exists in supplying energy to remote areas specially in developing countries.

For technical, economic and environmental reasons, it should be kept in mind to avoid the implementation of a variety of locally available resources to supply the demand by employing Integrated Renewable Energy System (IRES). As known, the renewables are intensive global energy scenarios[1]. Thus moving towords reality, the question of designing IRES to optimize an objective function such as capital cost or cost of energy takes on an increasing importance. The wide variety of renewable energy resources and their highly site-specific and variable nature, coupled with different types and qualities of energy needs, pose a challenging problem to the designers of IRES.

Today, wind and PV generators are utilized in many applications such as water pumping, lighting, electrification and telecommunication in remote areas. Such systems are usually equipped with diesel generators to meet the deficit in power generated.

Diesel generators requires the control of their interactive operation and insured supply of fuel. Therefore the cost of the whole system along with its maintenance is comparatively expensive. To eleminate the need of a diesel generator, a battery bank can be used.

Now, the question that the designers have to answer is: Which hybrid configuration is the optimum for a specific load ? Previous works attempted to find out the best configuration by changing the number of PV-modules only [2]. Several approaches have been proposed to design IRES such as linear programming, goal programming, and probabilistic approach involving loss of power supply probability [3], [4].

The purpose of this paper is to implement the loss of power supply probability technique to find the optimum size of the battery storage sub-system coupled with a hybrid PV-wind autonomous system.

## SYSTEM DESCRIPTION AND MODELS

### System Description

The system under study is shown in figure (1). A WECS is connected to the control unit through an appropriate electrical interface. In parallel a PV-array is also connected to the control unit. Interaction with the storage system is assumed to be bi-directional; excess energy generated by the WECS and PV-system is conditionally supplied to the batteries to be charged. On the other hand, deficit of energy will be drawn from the batteries in the discharging phase to supply the demand as needed.

Thus the performance of the hybrid system under

* Electronics Research Institute, Dokki - Giza- Egypt.
** Faculty of Engineering, Cairo University, Egypt.

*REFERENCES*

1. *"Social Aspects of Housing and Urban Development" , United Nations Report; 1967.*

2. *David D. Gow, and Jerry Van Sant, "Participation in Community Development" , Community Action Periodicals, Action Vol. 1, No. 6. 1983.*

3. *Hala Karash, "The Balance between Government and Users Involvement in Housing Provision in Egypt" , Housing International Conference, Cairo 1992.*

4. *Peter J. Swan, "Seven Asian Experiences in Housing the Poor" , 1980.*

5. *Ahmed Abbad, " Rural Housing and Development Program: Involving Landless Labourers in Village Development in GUJARAT STATE : INDIA" . Study in Seven Asian Experiences in Housing the Poor.*

6. *"Report on World Social Situation 1961". United Nations Publications, Sales No. 61; IV. 4.*

7. *Sandra True, "The Human Factor in Community Development", Community Action Periodicals, Vol. 1; No. 6, 1983.*

8. *"LIFETIME LEARNING ACT, 1975", Hearing Before the Subcommittee on Education of the Committee on Labor and Public Welfare, United States Senate; December 1975.*

9. *Vikram Bhatt, " The Self-Selection Process", An Effective Design Tool for Planning New Housing Developments published in Housing International Conference, Cairo 1992.*

10. *Christopher Alexander, "The Production of Houses", Oxford University Press, 1985.*

11. *Alejandro Cussianovich, S.D.B., "Religious Life and the Poor" , Orbis Books, 1981.*

12. *Talcott Parsons, and Edward A. Shills, "Toward A General Theory of Action", Harper Torchbook; the Academy Library, 1962.*

13. *Claude Leroy, "Effects of Social Environment on Physical and Mental Health", Research Paper in 'International Conference on Environmental Health' Yugoslavia, 1973.*

14. *Elizabeth, W. Fernea, and Robert A. Fernea, "The Arab World", Anchor Books, 1987.*

15. *Jacobus Tenbroex (Ed.), "The Law of the Poor" , Chandler Publishing Company, 1966.*

16. *Aiken, Michael T. and Paul E. Mott, "The Structure of Community Power, " New York; Rndom House, 1970.*

17. *Hawley Willis D. and Frederick M. "The Search for Community Power", Englewood Cliffs, New Jersy, 1974.*

18. *Spiegel, Hans, "Citizen Participation in Urban Development", Washington; NTL Institute for Applied Behavioral Science. 1969.*

19. *"National Urban Leage. Toward Effective Citizen Participation in Urban Renewal", Prepared for HUD, New York: National Urban League, 1974.*

20. *Cassel Russel N., and Robert L., "Leadership Development : Theory and Practice", North Quincy : Massachusetts; Christopher Publishing House, 1975.*

intermediate organizations that connect and organize the activities between authority and people towards the goal of upgrading and protecting the environment. The consequent result is the improvement of the quality of people's lives.

The Training Program for Women Will Take the Following Steps:

1- Selection of a group or groups of women who are leading figures or just have an incentive to be educated and trained.

2- The selection will be made after many informal discussions. Issues like community development, economic situation, health condition, training and education will be presented during those discussions.

3- The selected group will attend a training program and will become leaders ready to advise and train other.

4- The selected leaders will be given the chance to choose the appropriate education and training methods for the group; i.e., they automatically become members of the NGOs.

5- Donations from private firms or organizations would be encouraged. These donations could be in the form of money or physical products which might be used as incentives for women who finish the training courses.

6- Also these donations could be utilized to encourage women to improve the economic status for themselves and thus for their families. (example of these donations may be sewing machines, trico machines, ice cream machines,...etc.)

7- Training for women to use these machines will be also available at the intermediate organizations and thus supervised by the staff members. Women must be encouraged to attend regular meetings with the staff members to discuss issues that concern them and their environment.

**N.B.**

1- Those who will be working in the intermediate organizations or those who will be working to train others must carry certain qualifications such as commitment, creativity, experience of many training techniques,...etc.

2- The researcher believes that the audio-visual techniques, not structured meetings, and simulations will be the most effective methods in the case under study. This is based on extensive meetings with the people of the public housing projects.

## CONCLUSION

This paper discusses the following themes:

1. The first theme is the motivation, training and education programs for the target population to enhance their input in the community development.

2. The second theme is addressed around the possible ways to encourage the low income population to participate in improving the quality of the environment. This encouragement will be made possible after careful study of the social, behavioral economic, interests, strength and weakness aspects of the community.

3. This study goes further to define what participation means and how the concept of participation is different from the concept of self-help.

4. This study addresses the important role of the intermediate organizations to channel, organize and coordinate people's activities. The intermediate organization forms the link between the authority and people.

5. This paper concludes with suggested training programs for citizens to improve their level of awareness and thus enhance their participation outcome. These programs are for children, men, and women who live in poor residential quarters.

in a very informal setting and every one can be invited.

2. Ask them to discuss each problem and suggest solutions.

3. Ask them how can they solve those problems to live in a better community.

c- Through all the above sessions an education process will take place in the from of discussions, or slide presentation in a coffee break. Ready made solutions might also be discussed to examine the possibility of adapting them to the local situation.

d- After these sessions divide them to small group sessions. Each group will be asked to choose a specific situation, open discussions for solutions and ask them for commitment to be achieved.

e- Encourage them by probably, photographing an experimental site before development and after. Present the results to every one in the community and to the local authority. If possible, writing about their positive behavior in the newspapers, will create a lot of enthusiasm and motivation amongst themselves (this will make them feel they are heroes.)

f- Take photographs or slides to the area before development and after development and make them see the difference and be proud of what they have achieved. Men who participated must be appreciated.

g- The appreciation of men efforts who shared in community development could be both materialistic and sentimental. [1]

### C. Women

It is expected that women share positively in the community developmental programs. Unfortunately, many constraints inhibit women's role. These constraints are mainly as described by Afifa El Sayed: The absence of specific programs aiming at empowering women by arming them with the skills and knowledge that would enable them to improve their status, and indeed change the course of their lives by choosing the course of their own options.

The above statement might be true for women who got some education. The problem becomes more severe when women are illiterate. They need special programs that are tailored for them according to their qualifications. Sometimes, the society views those illiterate women as powerless. All what they can do is just stay home and take care of the children. To address that phenomenon, it is necessary to set strategies for education and training that focus on the fields or issues women need to be trained in.

### Urban Women and Low - Income Housing

Urban women in low-income housing projects may be divided into two groups. The older generation that suffers from high rate of illiteracy and most of them are house wives. They stay home to take care of the children. They sometimes stand in a shop to sell cigarettes and soft drinks...etc. to help improve family economic status. The younger generation who currently enrolled in school or finished high or middle school. Some of them stay home and others work.

Some researchers argue that the reason for environment deterioration in the poor areas is poverty. Afifa describes "the poor misuse of the environment to meet their needs.." Others argue that the illiteracy, low level of knowledge and unawareness of how to keep the environment healthy are the reasons behind environment degradation in poor areas. Actually both view-points are right. There are reasons behind environment crisis such as poverty, unawareness, illiteracy,.. etc. . Therefore, poverty alleviation, training and education for women come at the top of the list of development priorities.

There is a direct link between environment deterioration and women; without their true participation, no development can occur. In order for them to be true participants and play their proper role as key actors, we must build their capacities and educate them through tailored programs that differ from one group to another. This is because we want to empower women for effective participation. [2]

### Programs for Women Education

There are two basic aims of these programs:

* First, to educate and train women to enhance their awareness and skills in general.

* Second, to educate them about the environment they live in and the possible ways to keep it healthy, and how the healthy environment will be reflected on their well-being for all aspects of life.

There is a strong belief that in order for these programs to succeed, they have to be initiated from certain organizations and probably a non governmental ones (NGOs). Their main agenda is set up by the government. In other words the NGOs will act as

1- **Materialistic,** in the form of winning money, machines such as radios, televisions, bicycles, ..etc.
**Sentimental,** will be through appreciation and visits to the action site by ministers, officials, and probably actors and famous people .

2- It is extremely important to educate women, because they raise the members of society with habits that may improve or deteriorate the environment.

any poor neighborhood in the United States, or in the poorest rural village in Africa or India. Of course this generality does not deny that each community has its distinguished characteristics from others. This requires that these methods will be tailored to suit unique cultural, economic, and social realities.

The ICA work started in 1963 in an area known as "Fifth City", a black ghetto in Chicago west side. That area represented the worst example of urban decay and human desperation. In cooperation with community leaders, the ICA staff members developed and implemented series of tactics to reverse the negative image. In 1970 ICA extended its work to two other communities abroad, the depressed Aboriginal community of Oo mbulgurri in west Australia and the economically destitute atoll of Majuro in the Marshall Islands. The Fifth City model encompassing economic, cultural, and social development was refined in those locations. [1]

The components of the process the ICA developed to recover those communities involved the following:

1- Defining a comprehensive vision of the future.

2- Articulating the contradictions or current realities blocking development.

3- Creating proposals to deal with contradictions.

4- Identifying tactics for action.

5- Deciding the implementing strategies.

In addition to the above successful process, there are some lessons to be learnt from the work of the ICA.

a. In all community development projects carried by the ICA started by searching for a new sense of community identity . This was a key to stimulating economic and social development.

b. In many of the communities, an organizational structure was also needed in order to facilitate resident participation in implementation of development plans.

c. In particular the communities often divided themselves to small groups or implementation units to carry out programs concerning health, environment, and housing.

d. The meeting of these groups was on weekly basis to evaluate progress and plan practical next steps.

e. Quarterly community wide meetings further enabled broad participation in implementation, celebration of accomplishment, and building a consensus on directions for the next quarter. This type of organizational work supported the direct economic and social project action.

The following are some models or strategies of how members of the community can be motivated, educated and trained. These simple strategies are a result of many studies, site visits, and citizen input. The following are some models of action for different age and sex groups of community. The target groups are the low income population.

**A . Children**

a. Educating children about the quality of the environment they live in and how it could support or be hazardous to health will be through school sessions. (Sessions must be authorized by the Ministry of Education.)

b. The process of education will be gradual on stages or phases. (Oral discussions and video films will be shown.)

c. Then after, they will be asked to participate in improving the quality of their school environment. Planting trees, painting, clean and decorated classes will be among activities students will be asked to do. Their activity may also be extended to the micro environment around the school.

d. The active involvement of children must be ranked highly by teachers and community leaders for encouragement. Good credits will be given to them, probably in a required course about environment taught in school, i.e., the student active participation must be accredited in order for them to be motivated.

**B . Men**

a. Training and education of men will be made available after careful study of their social life, their meeting places, their community leaders, ..etc. For example information, and knowledge could be given for them through Friday 'khotba' in the mosques, or where they meet and socialize in street cafe's.

b. In order to train men successfully, staff members must start by discussing the problems they face living in such community . The following are some hints that might be helpful to attract men to initiate discussions and consequently offer the training and education program.

1. Ask them to write down the set of problems they feel are most serious for them. This will take place

1- Information about the activities of the ICA is available in Sandra True paper in Community Action Periodicals Vol. No. 6,1983.

2- Local people base their rational decisions on the context of their local environment, circumstances, and abilities. This is to achieve specific goals in mind.These goals, in many cases, must be physical (something concrete), or in the from of economic reward.

**Their willingness to acquire new practices, technologies, or training depends on their personal assessment of risks or possible rewards, based on a very pragmatic considerations which are misunderstood by outsiders.**

3. Local people's investment of labor, time, investment, and money to their environment is an evidence of their participation. That participation needs to be organized by a certain organization or institution or even by the local people themselves for maximum benefits and minimum losses.

4. The local participation represents a sign of breaking patterns of paternalism which reinforces dependency.

Participation is therefore a means much more than meeting with project staff to discuss plans. **Participation implies systematic local autonomy in which communities discover their abilities and possibilities of exercising choice and hereby become capable of managing their own development.** Genuine community participation will require attitudes and behavior among staff agencies that deal with poor people. There is need to learn from past experiences to be able to put down the best operating rules of how participation can be more effective.

## PARTICIPATION AND CITIZEN AWARENESS

If people are aware, it will be easy for them to change, and thus change the environment they live in to a better one. This idea of awareness is supported by Henry Sanoff work to guide change when he states, "The more people of a town are aware of the important factors contributing to their town's identity and uniqueness, the more future development will complement the attributes of the existing environment,"[1] In order for a change to be successful it is important to guide change within certain limits. It is also necessary to recognize qualities of the people as well as environment as a discipline for change to-day and tomorrow.

Sanoff also suggests that "Successful change must be preceded by an awareness and tension concerning unmet needs or unsolved problems; otherwise, resources will not be allocated to design and implement solutions. Citizen involvement tries to make visible those unmet needs to which the designer is seeking to respond in order to obtain new resources. In this sense evidence of unmet needs allow citizens to act as a driving force in obtaining resources." [2]

Regarding the degree of awareness that citizen must develop, it is the responsibility of the designer and the governmental agencies together with the community members. "It is therefore an activity that responds to issues originally brought up from the community as unresolved problems. This activity will be designed in the from of sharing activities such as a workshop in which participants learn from each other as they explore issues." [3]. Henry Sanoff adds to this idea of structured workshop "This type of structured experience can focus the learning of participants and help them engage effectively in other forms of group decision process. A design workshop can be catalyst whose objective is to increase participants level of awareness to particular community, problems."[4] In addition, to increase participant's awareness to community problems, an educational process can also be evolved from which participants learn about their community and environmental issues.

## HUMAN MOTIVATION IN COMMUNITY DEVELOPMENT

We are sure that the community development with its social, economic, and health aspects cannot take place without an intangible yet indispensable element; human motivation. But how can human motivation be evoked and sustained during the time of development and afterwards. The work of the Institute of Cultural Affairs (U.S.A.) developed, through two decades of practical experiences in the U.S.A. and abroad, motivational methods that sustain effective group planning processes and cooperative implementation methods. [5]

Those methods developed by the ICA are universally applicable and critical to community development. Sandra True in her research paper further explains that, those methods could be used in

1- Henry Sanoff, Human Exchange Techniques for Citizen Participation in Town Revitalization in Participatory Design, North Carolina State University, 1990.

2- Henry Sanoff, human Exchange Techniques for Citizen Participation in Town Revitalization in Participatory Design, North Carolina State University, 1990.

3- Halprin, Land Burns, J : Taking Part: A Workshop Approach to Collective Creativity ; MIT Press, Cambridge, MA, U.S.A., 1974.

4- Henry Sanoff, Human Exchange Techniques for Citizen Participation in Town Revitalization in Participatory Design, North Carolina State University, 1990.

5- Sandra True, The Human Factor in Community Development, Community Action Periodical, Vol. 1, No. 6, 1983.

housing. The reason which is usually given to justify such shifting of policy is that the user input characteristics of such schemes were not suitable for the low income sector of Egyptian society. This sceptisicsm was based on the view that the sites and services approach would eventually mean slums and poor housing condition.[1] The factual reason for failure of those projects is the unskilled and untrained participation of people.

This paper addresses the theme of training and education programs for citizens, in low income housing projects, to allow them to actively and positively participate in improving the quality of the environment. In order to do so, the people have to be motivated to participate, as well as to learn.

## METHODOLOGY

The data collection for this study depends on two complementary steps:

First, the literature review. The advantage of the literature review is to get familiar with the different community development techniques and programs. Second, to adopt and adapt some of these programs to develop motivational steps that suit the people, and projects that need to be developed.

The adaptation of those techniques was a consequent of many participant observation studies done by the author to different low-income projects. According to this familiarity with the weaknesses and strengths of the projects and people, the author in cooperation with the people was capable to produce an educational and motivational program (protocol) for people that could be effective for community development.

## HISTORICAL BACKGROUND

Before we encounter various kinds of people's participation, one should know what participation involves and indeed what non-participation really means. Peter Swan defines the non-participation by:

"not taking part in what ever is going or in any social activity such as work, play, or discussion. Non-participation can arise from a conscious refusal to contribute to, or part take in prevailing activity. Also, if one is unaware that one can participate or if one is not allowed to participate, or denied relevance to particular activity, then on any level non participation results."[2]

Human beings have participated in large variety of social activities to survive and develop. Therefore, participation is a characteristic of a society. This matches Swan's definition of participation :

"..an individual grows up in a family, lives in a community receives education in an educational system that is related, in turn, to the labour market in which he has to find employment. Participation is one of the basic characteristics of society."[3]

Participation of people has prevailed from prehistoric times when there was no division of labour and families had to provide their own shelters, clothing, and other things to survive. Over time and with the many changes in society to respond to the political, technological, and industrial revolution and other administrative and government structure, people have become more dependent on others for the provision of goods, security, and food. Gradually, people lost awareness for their capacity to participate in many activities outside their area of specialization.

The whole issue of participation develops around the idea of people's input who live in such community. This participation will make a qualitative difference in the outcome.[4]

Participation is different from self - help. The issue of self-help is structured around the concept of free labour. However, participation intends to achieve goals. These goals are financial, social, organizational, and operational. According to these two concepts, participation requires training for people to allow them to take decisions based on systematic thinking.

Examining studies in developing countries and abroad that deal with the issue of community development for the urban poor, one finds growing consensus that participation is necessary.

Theoretically speaking participation is considered a meaningful expansion of poor people's ability to control their environment and enhance their well-being. The following discussions are the results of those studies.

1- People organize themselves around problems that are important for them. Therefore, community participation in planning development to put down set of priorities as well as initiatives is very important. This will encourage local actions for such initiatives.

1- Hala Karash; The Balance between Government and Users Involvement in Housing Provision in Egypt. Housing International Conference, Cairo 1992.
2- Peter J. Swan (ed.), Seven Asian Experiences in Housing the Poor, 1980.
3- Ibid p. 1.
4. Seven Asian Experiences in Housing the Poor 1980,p.22.

# HUMAN MOTIVATION AND EDUCATION IN COMMUNITY DEVELOPMENT

By
**Dr. Eman Hanim Afifi** [1]

## ABSTRACT

This study addresses the issue of human motivation and participation in community development. The communities selected are the low income housing projects due to the urgent need for development in those areas. In order for the low income population to participate successfully in community development, an educational and motivational process must take place. The meaning of education in this study is not related to the literacy level, but it relates to the level of the people's awareness about environmental issues and community development.

Therefore, this study is concerned with the people's attitudes and their capacities for development. It examines ways to motivate people to interact positively with the environment they live in. This is for the purpose of knowing how to design programs that serve the needs of people and contribute to their successful community growth.

Thus from this point of view a planner in facing any specific urban situation is confronted not with one but two development problems. There is the physical development problem, that of developing or re developing an area so that it contributes to the whole city. There is also the problem of development of people for whom any program is designed. [2]

Therefore, the concentration of this study is to train, educate, and motivate citizens, in order for them to take positive actions towards their environment. This requires involving the indigenous groups in the process of change so that development becomes a self-generating activity rather than a donation from the have's to the have-not's. Harry Blair agrees with this concept by commenting "Communities must develop their own programs to eliminate poverty, rather than depend on outside help ."[3] We believe that self-sufficiency skills can be taught. The evidence is clear when local people take the initiative to learn when they realize that they would benefit from community efforts.

## INTRODUCTION

Many studies have pointed out the low quality of the environment poor people live in. Low income housing represents an example of an environment that has changed to unhealthy one.

The absence of control and organization, the untrained and uneducated people, and the poverty were some of the reasons for the current condition. Ways to improve the quality of the environment were discussed. One of these ways is the participation of educated and trained citizens.

Development is about people. The criterion for measuring its success is what it does to enhance the lives of the human beings. Community development is the development of all aspects of community in which people live. Those are economic, social, educational, and cultural aspects

Citizen motivation and participation have been the issue of many studies, especially those whose concern is the community development of the urban poor. Of course public participation is by no means a new idea in community development; it has existed under different names for the past 30 years. [4] What is new is then the increasing emphasis and faith that have been placed in participation.

Many schemes of citizen participations in house design in Cairo did not develop further than designs; others changed their objectives after one phase and ended up with typical governmental constructed

1- Architectural Dept., Shoubra Faculty of Engineering, Zagazig University, Cairo, Egypt.
2- Social Aspects of Housing and Urban Development, United Nations Report, 1967.
3- Harry W. Blair-Comparing Development Programs; in Community Action Periodicals Vol. 1, No. 6, 1983.
4- David D. Gow and Jerry Van Sant; Participation in Community Development, Journal of Community Action Vol. 1, No. 6;1983.

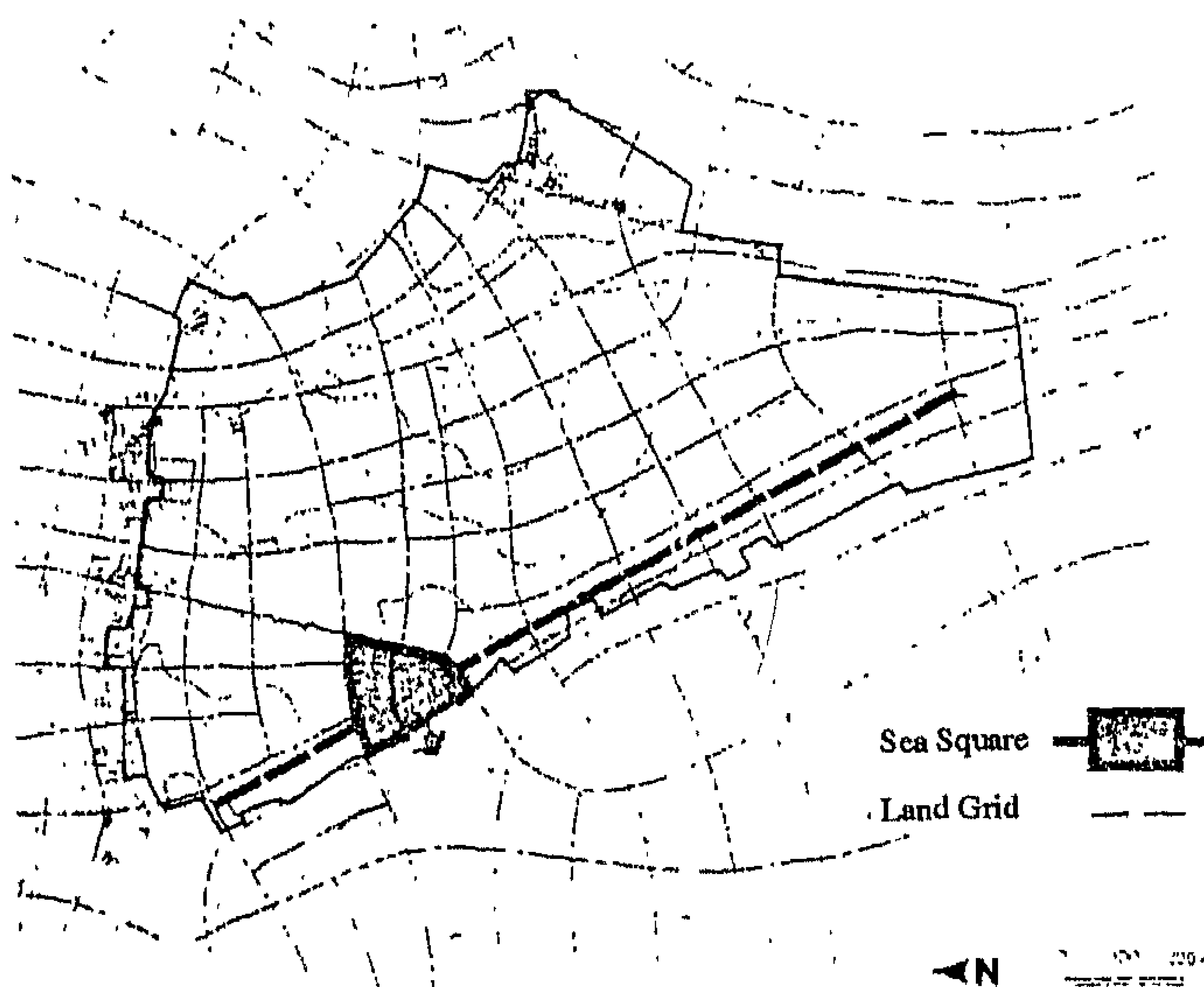



fig.14- Sea square - deviation of urban grid

It is obvious that , to be efficient, the land grid approach must be harmonized with other urban planning goals (socio-economic, spatial, environmental, etc...).

The first originality of land grid is that it fits perfectly the urban development with the specific circumstances of each site; therefore, with the originality of each site and its various features (natural or past man - made).

The second originality of this approach resides in its ability of enhancing the values of different spatial opportunities of a virgin site/ existing urban fabric when a new project is foreseen . It is an intelligent manner to manage the creation / expansion of any fabric through the good exploitation / linkage of the new plot layout.

The third originality is expressed in terms of costs.Following the land grid approach helps to reduce significantly the costs of an urban development especially in excavation/ backfill works, in road networks and infrastructures. Otherwise, enormous costs could exist when the new urban project opposes to the natural terrain and/ or the existing urban grid.

The importance of the exploitation of this approach- especially nowadays - is revealed when we observe the repetition of some pre-destinated forms and models for urban development projects regardless of the location and the site constraints of each one. The land grid offers an endless variety of potential plot layouts, depending on the specificity of site opportunities and constraints (virgin or already urbanised), whatever the urban planning context is.

***BIBLIOGRAPHY***

*1- GOPP/IAURIF/OTUI, Greater Cairo Region, Long Range Urban Development Scheme, MASTER SCHEME , February 1983.*

*2- GOPP/IAURIF, Greater Cairo Region , Long Range Urban Development Scheme, EASTERN SECTOR DEVELOPMENT , June 1986.*

*3- IAURIF REGION of AGADIR ,TAMA ou ENZA Master Scheme, November 1978.*

*4- LAURENT BECARD, Training Session about the Use of Land Grid , Cahier de l 'IAURIF, November 1988.*

*5- Ministère de l'Equipment "FRANCE", Composition Urbaine, "REPERES", January 1994.*

*6- Ministère de l'Equipment " FRANCE ", Composition Urban , "PROJETS," Mars1995*

*7- PICON Verginie & Baudoudi Rémi, Ville et Architecture, Paris, 1993.*

*8- Spiro Kostof, The City Shaped( Urban Patterns & Meanings), London, 1991.*

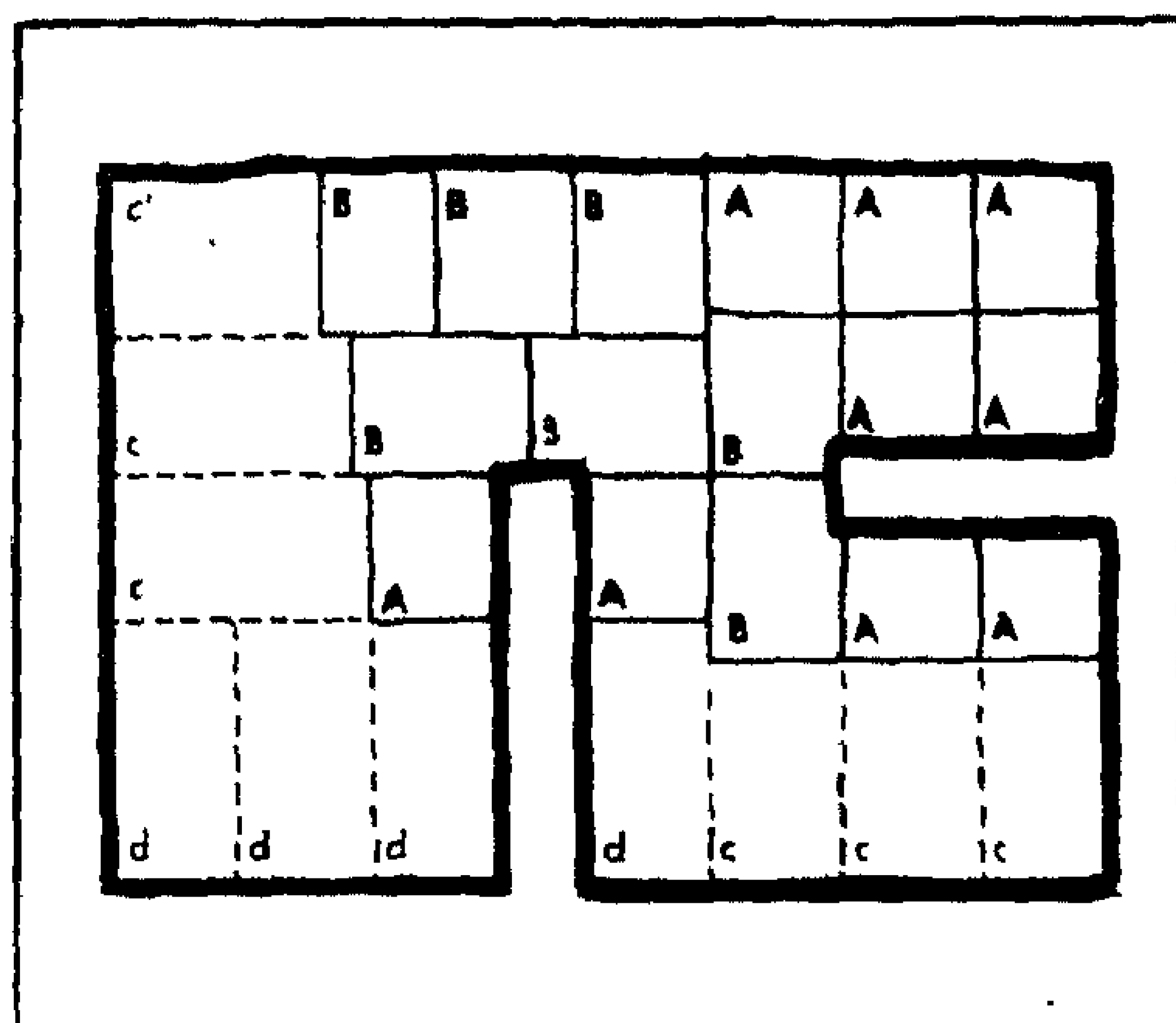



Fig. 12 - a- Typical assembly of plots in a block

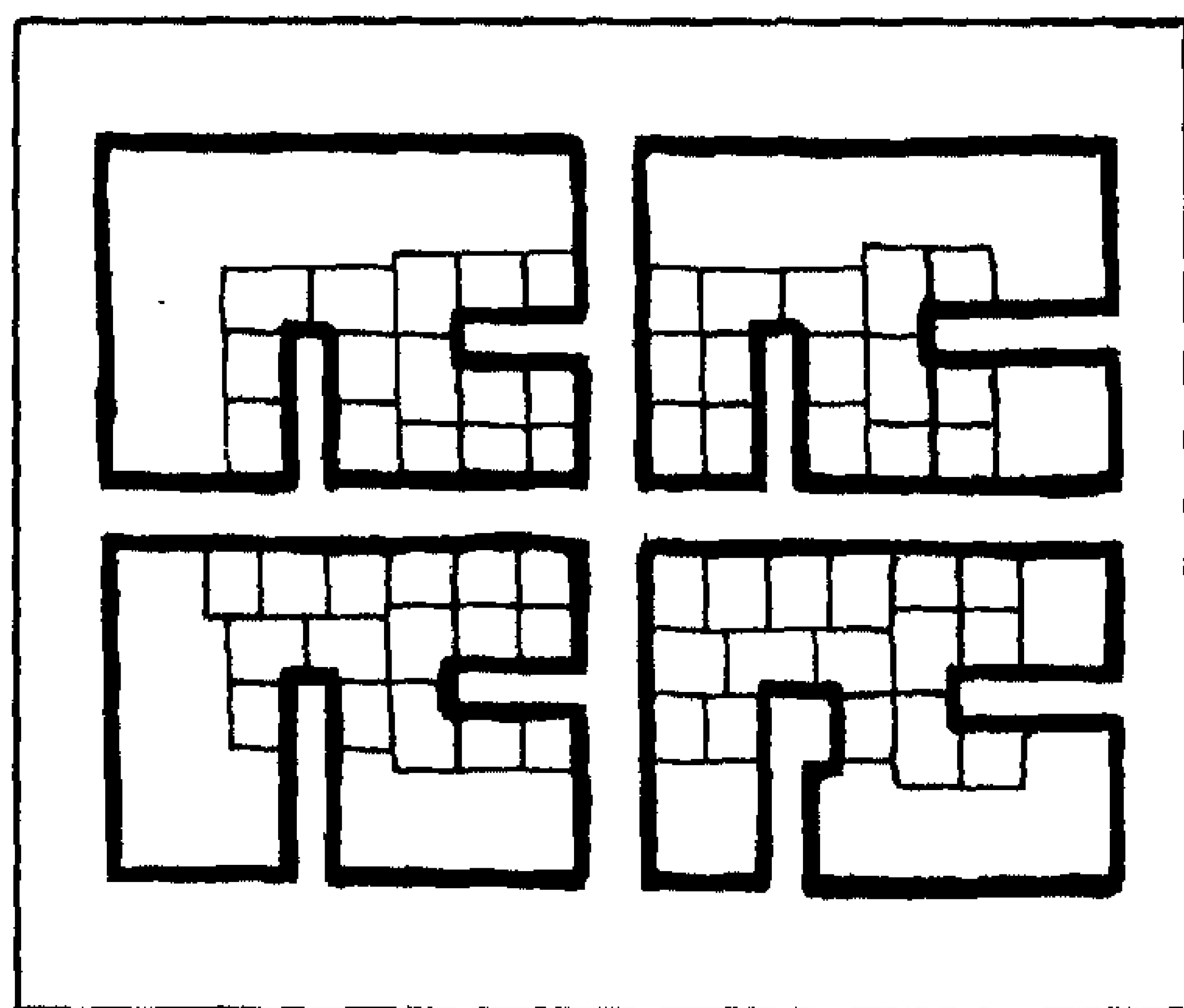


Fig. 12 - b- Assembly of four typical blocks

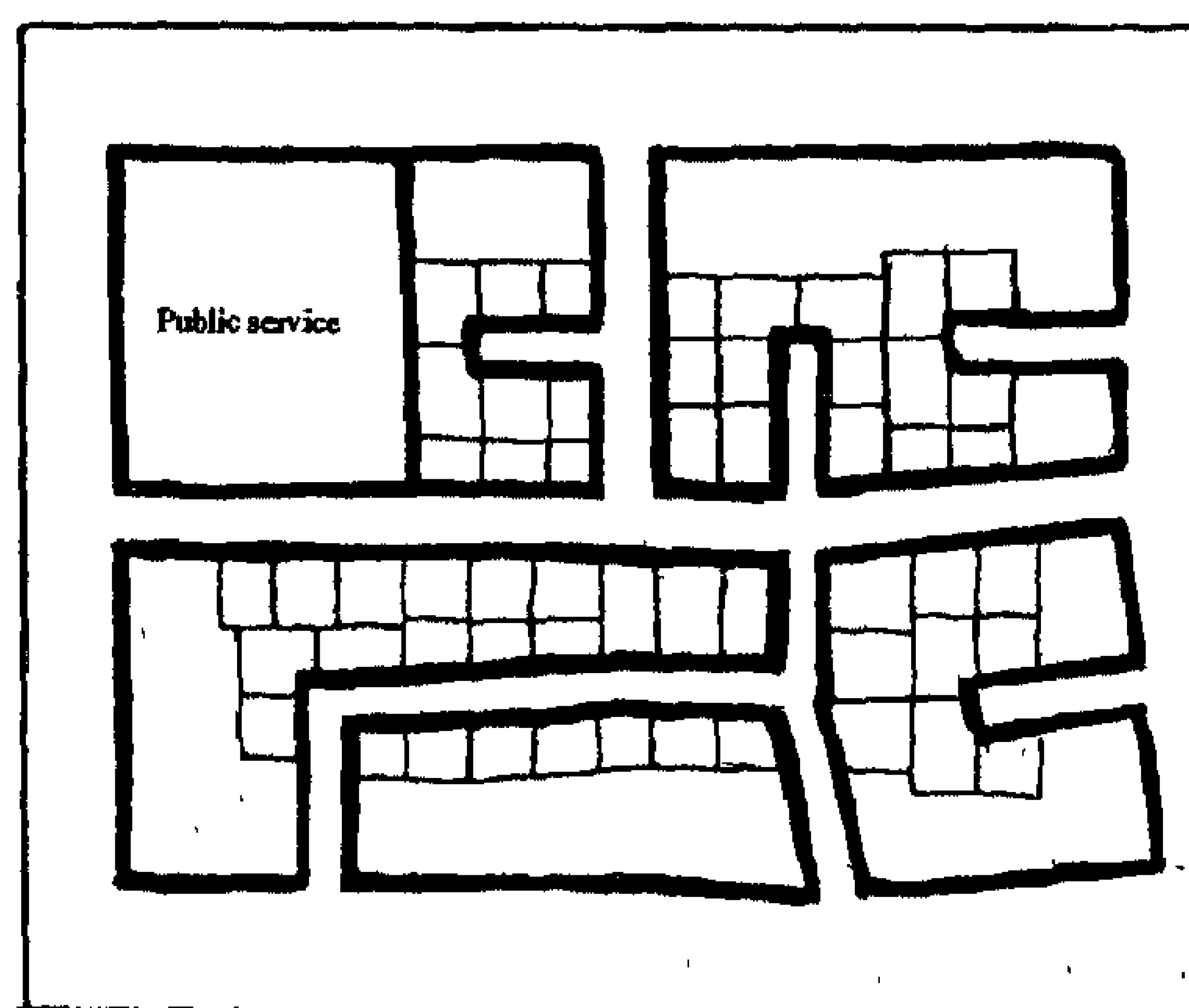



Fig. 12 - c- Deformation of blocks to fit with site relief

### III.4. Overall Harmony Land Grid / Urban Development

From plot to block, the land grid of the site is considerd as the basic support for setting up all the blocks of the town with regard to previously mentioned physical planning goals and programme requirements (see figure 13).

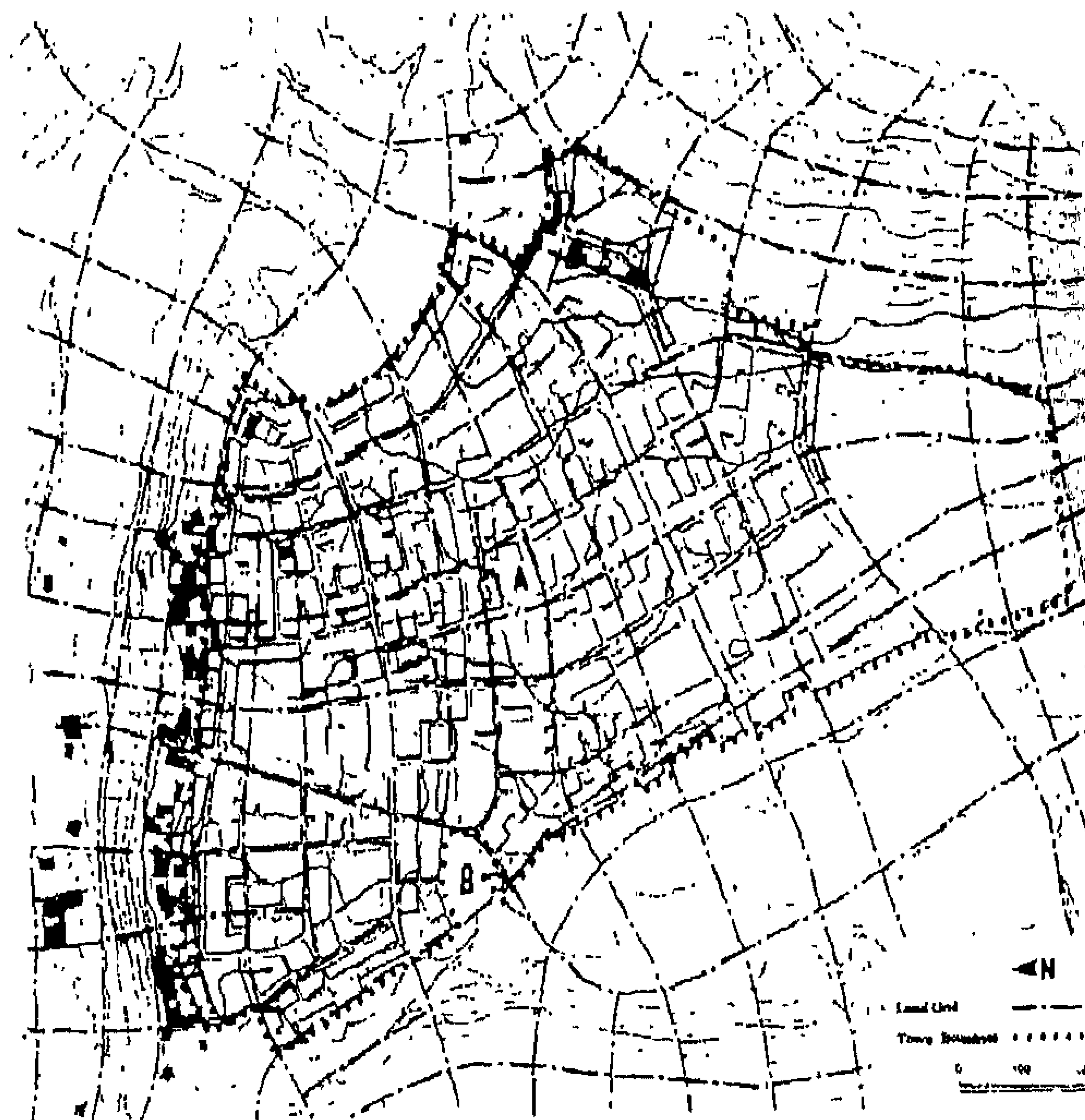



Fig. 13 - Overall harmony land grid / urban grid.

The design of the town shows a layout where the street network, in the same order as the plots, follows closely the natural terrain. This makes it possible (1) to limit excavation / backfill ratio,(2) to avoid excessive depth of the buried networks, (3) to benefit from natural slopes for water piping and drainage (4) to integrate existing constructions to the east and especially to the north, (5) to reduce substantially construction costs while making a contribution to the urban character (6) to exploit properly the strategic points of the site like (for example) the mosque "A" as a landmark on a crest line .

The urban grid will be re-adapted only at the place of the future "sea squre" corresponding to a local depression, so as to permit a unique profound and wide angle open area where the beach and the sea could be seen on a lower level (see figure 14). This shows that the urban grid could be deviated in special zones where specific spatial considerations prevail.

## IV. CONCLUSION

The concealed relationship between original site features (virgin or already urbanised) and a new urban fabric must preoccupy the designers defore undertaking a forseen urban project.

The success of the exploitation of natural or past man-made opportunities of the site - in a new urban development - depends , to a great extent, on the good comprehension of the different implications of land grid approach.

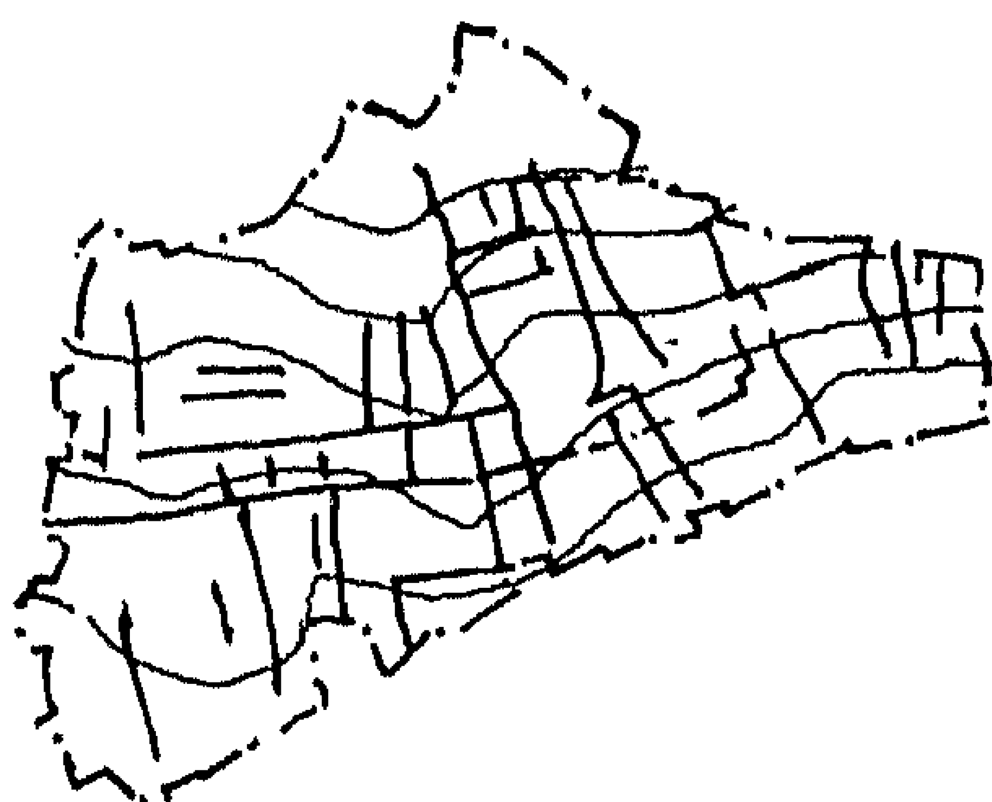


Fig. 10 - Multitude of marks on the ground.

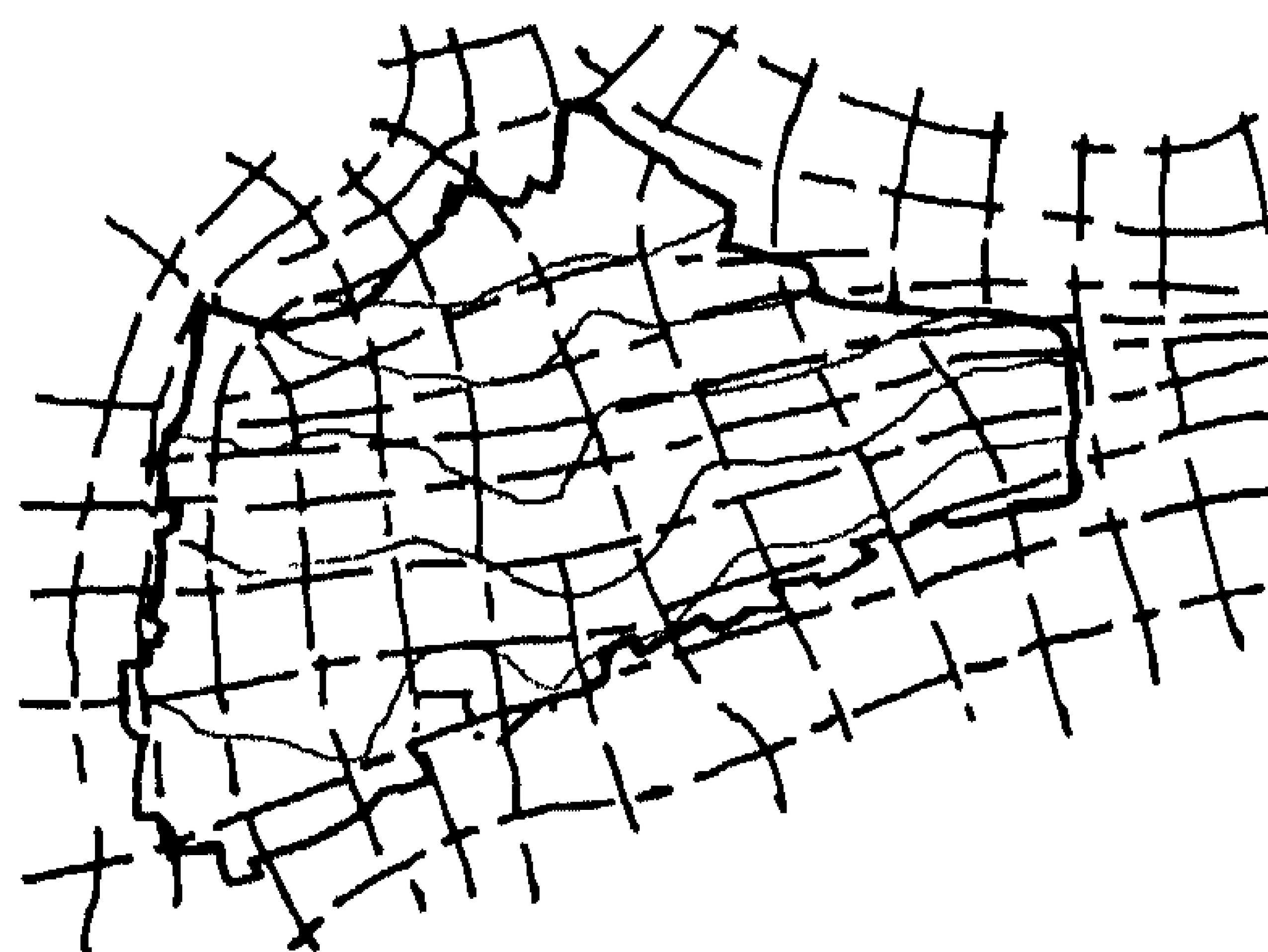


Fig.11 - The land grid ( natural site structure).

## III.2. Physical Planning Goals

The land grid must be matched with other physical planning considerations and goals . The best master plan will never make a town if it ignores the characteristics of the people it wishes to house: Their culture, their resources and the built up area they produce. The town is created over time, and it must be considered as a living complex with a permanent correspondence between urban form and community.

Thus, the master plan of the new town of TAMA tried - in a way - to realize the living mechanisms of a Moroccan community longtime accomodated in the urban form of medina (old city), and - in another - to adapt the morphology of the urban fabic and the road layout to the original site structure (land grid) and new town planning requirements.

Several principles have been determined for the new urban form as follows:

- Mixing the various types of housing , mixing housing with activity and trade ,.. etc.
- Creating districts of different appearances by modifying those mixes.
- Streamlining the road system as far as possible in order to create an urban area varied in both form and adaptation .
- Offering a large number of types of plots for the best possible coverage of demand .
- Establishing a relationship between the size of the plots and the type of road system, so that the various types of streets may be qualified as far as possible .

All these simple options also contribute to a primordial objective, that of reducing the costs of roads and miscellaneous networks to a minimum.

## III.3. Constituing the Urban Fabric

The process of assembling the plots which is the master component in the creation of the urban form , must be harmonized with land grid considerations and the above - mentioned physical planning goals.

Each broad category of plot generates an urban fabric with different characteristics: Size and shape of the plots, dimension of the road , proportion of public areas, private areas, green area, space allocated to vehicles, etc...

As an example, we may take the case of law cost self- built plots for single- family housing , plots A and B, with an area of 100 $m^2$ 130$m^2$.

Figure No. 12.a. shows one of the typical assemblies of those plots in order to form a block. That block is organisaed around two dead- end streets (derb) 5m wide.

Figure No. 12.b. shows the inter-connection of four typical blocks which form a basic assembly in order to constitute the urban fabric . This assembly is bordered by larger plots , C and D or G and H giving on wider streets with width of 8m and 14 m*.

Then , the " theoretieal" urban fabric must be adapted to the topography so that the various networks can operate to the best of their ability. In particular , counterslopping derbs must be avoided. The layout of the streets will have to curve , and certain plots will have to accomodate deformations due to the topography (see figure 12.c.). At the same time , the block must take into account the overall programme , i.e. the integration of the facilities offered, road links from one block to another , etc... as shown in fig.12.c.

* These spatial assemblies correspond to the following objectives:
A. High density: 72 housing units per hectare
B. Proportion of public / private areas 25 % / 75 %.

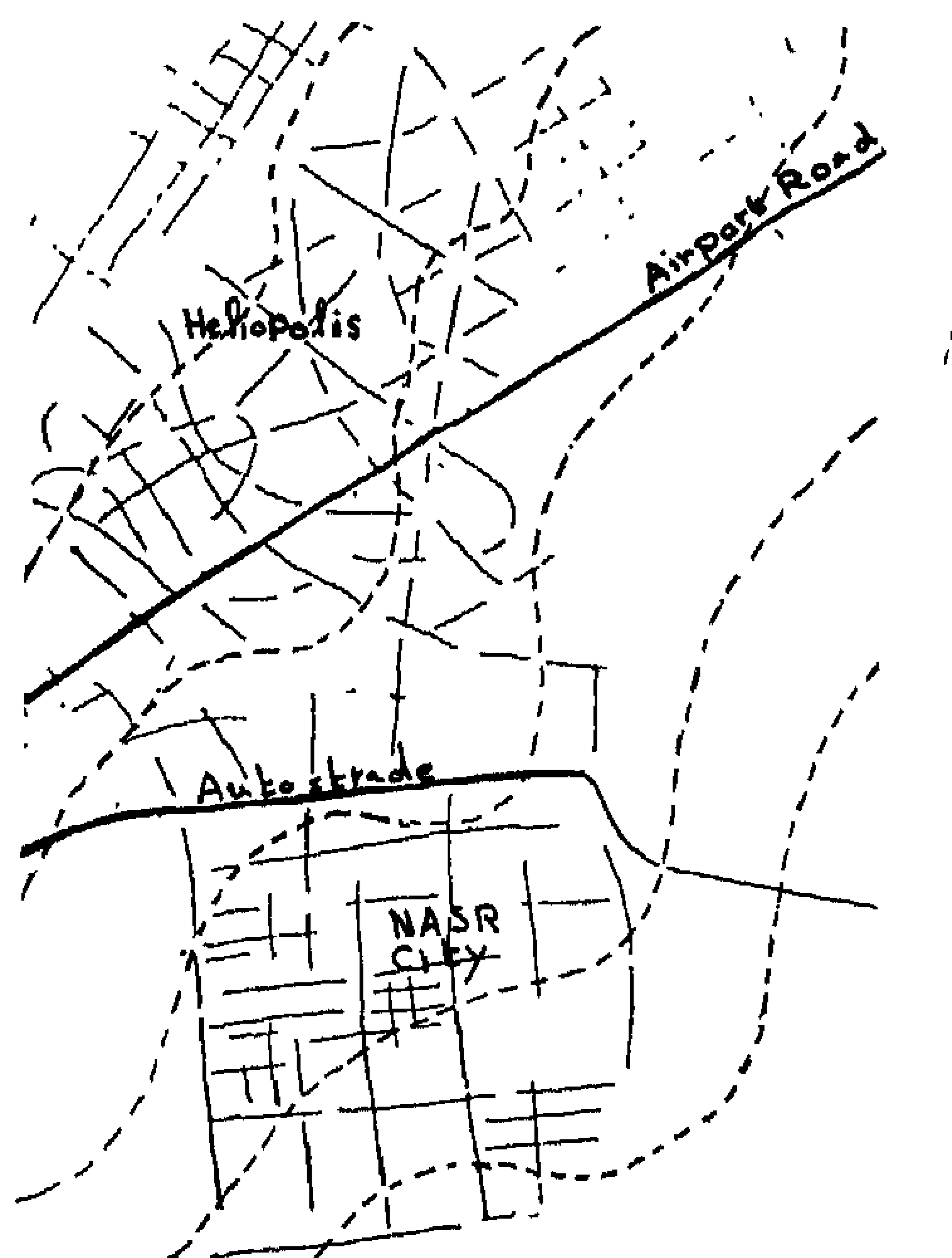



Fig. 6 - The incoherence between road grids (key element of plot lay-out) at Heliopolis and Nasr City, with regard to site relief.




Fig. 7 - Boulak El Dakrour. A demonstrative example of informal plot layout development on agrarian lands.

## III. DEMONSTRATIVE URBAN DEVELOPMENT PROJECT.

### New Town of TAMA (MOROCCO - AGADIR)

### III.1. General Characteristics of Site

The new town of TAMA - 100,000 inhabitants- is located to the north of AGADIR on a sloping plateau covering 80 hectares (190 feddans ). This plateau spreads out in a fan shape above the sea up to the end of a crest, limited to the north by the valley of Imouzer, to the west by the main road, and to the east by the first foothills of Atlas chain of mountains (see figure 8 ).



Fig. 8 - Location of plateau of new town.

The natural rainwater drainage boundaries to the north and northeast formed the boundaries of the town. The site is crossed by four parallel thalwegs determining the location of the four main rainwater and wastewater collectors. The theoretical crest lines are in the same direction as the thalwegs ( see figure 9 ).

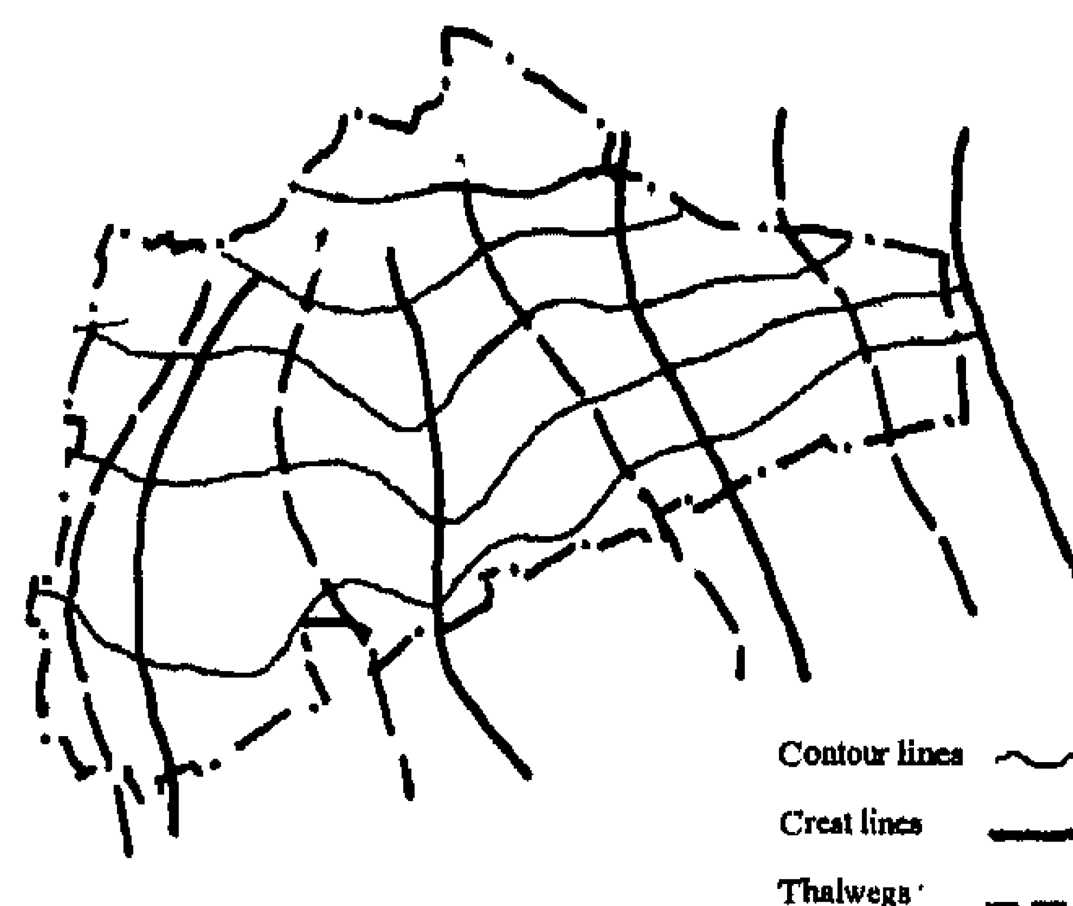



Fig. 9 - Contours, thalwegs, crest lines.

On this site , practically free of any construction and cultivation , there is nevertheless a multitude of marks on the ground (tracks, low stone walls, etc.) forming a sort of imperfect grid that could be conneced by virtual lines (see figure 10).

All those elements in close relationship with the elements of topography (relief , crest lines, thalwegs, catchment areas ) describe perfectly the structure of the site. They constitute altogether the basic land gril of this virgin area ( see figure 11).




Extract from plan scale 1/2000 of "Ruffins quarter" located at east side of Romainville plateau ( Paris - France )

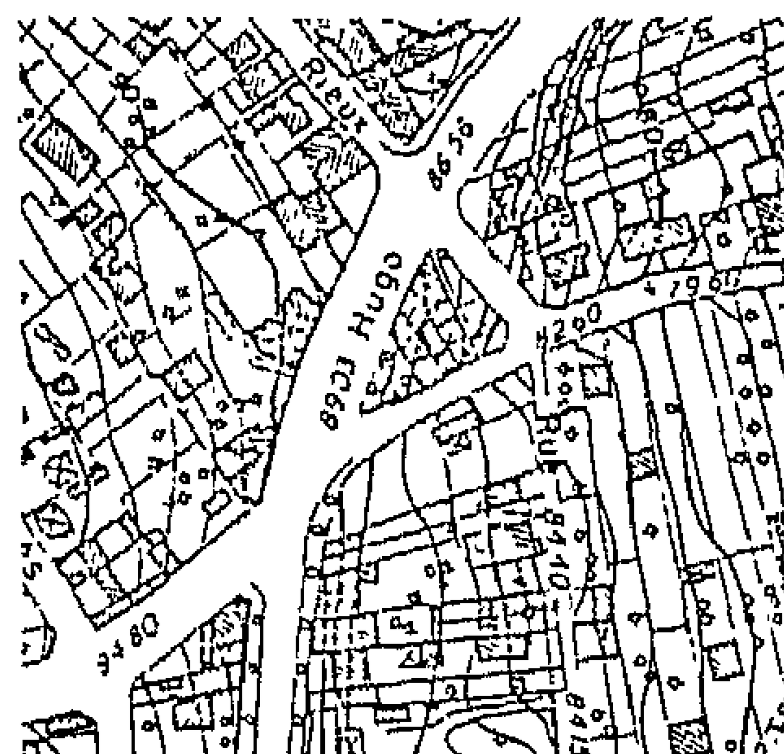



The opposite figure clearly shows the network formed by direction defined by the projection on the ground of the objects in their exact position.




The opposite figure shows the urban grid. It partially takes into account the exact location of the objects and finally brings only the geometrical relationships of the actual directions defined by the projection of these objects on the ground.

Fig. 4 - The urban grid.



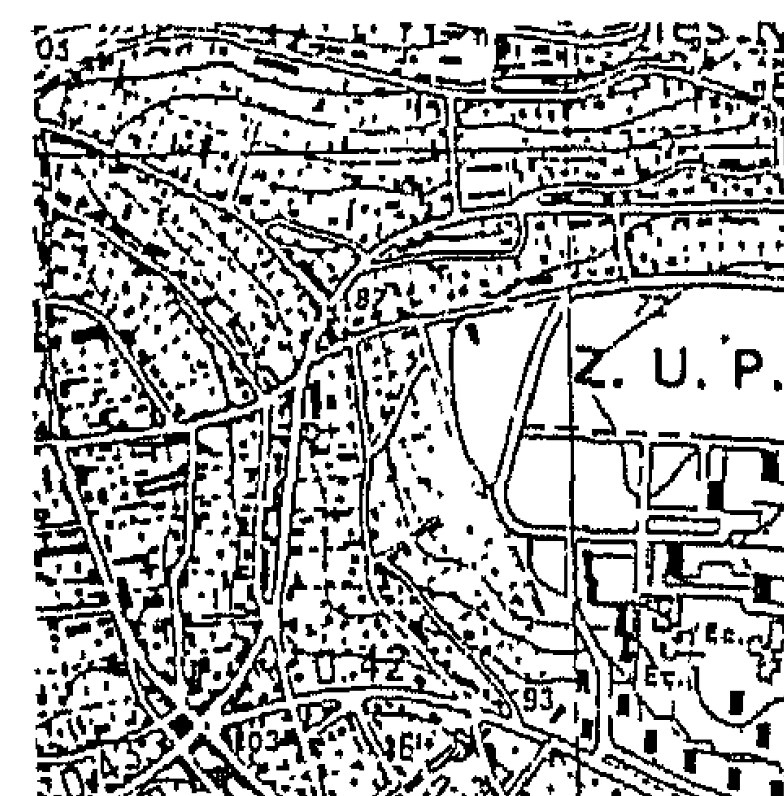


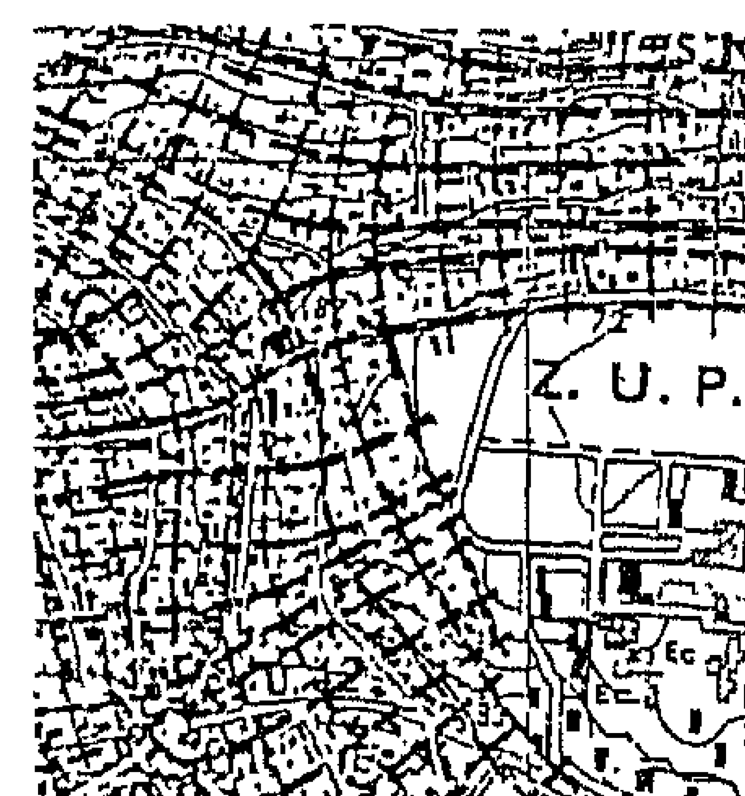
Extracted and reduced from 1 / 2000





Extracted and reduced from 1 / 5000




Extracted and reduced from 1 / 25000

Fig. 5 - The urban grid (or virgin land grid ) could be obtained at different scales of aerial maps. This allows to understand the coherence of the given information when we look from one map to another.

- In desert area (almost stepped): The land grid results from the combination of original site features such as thalwegs , relief , lines of crests , catchment areas , etc.. ( see figure 2).

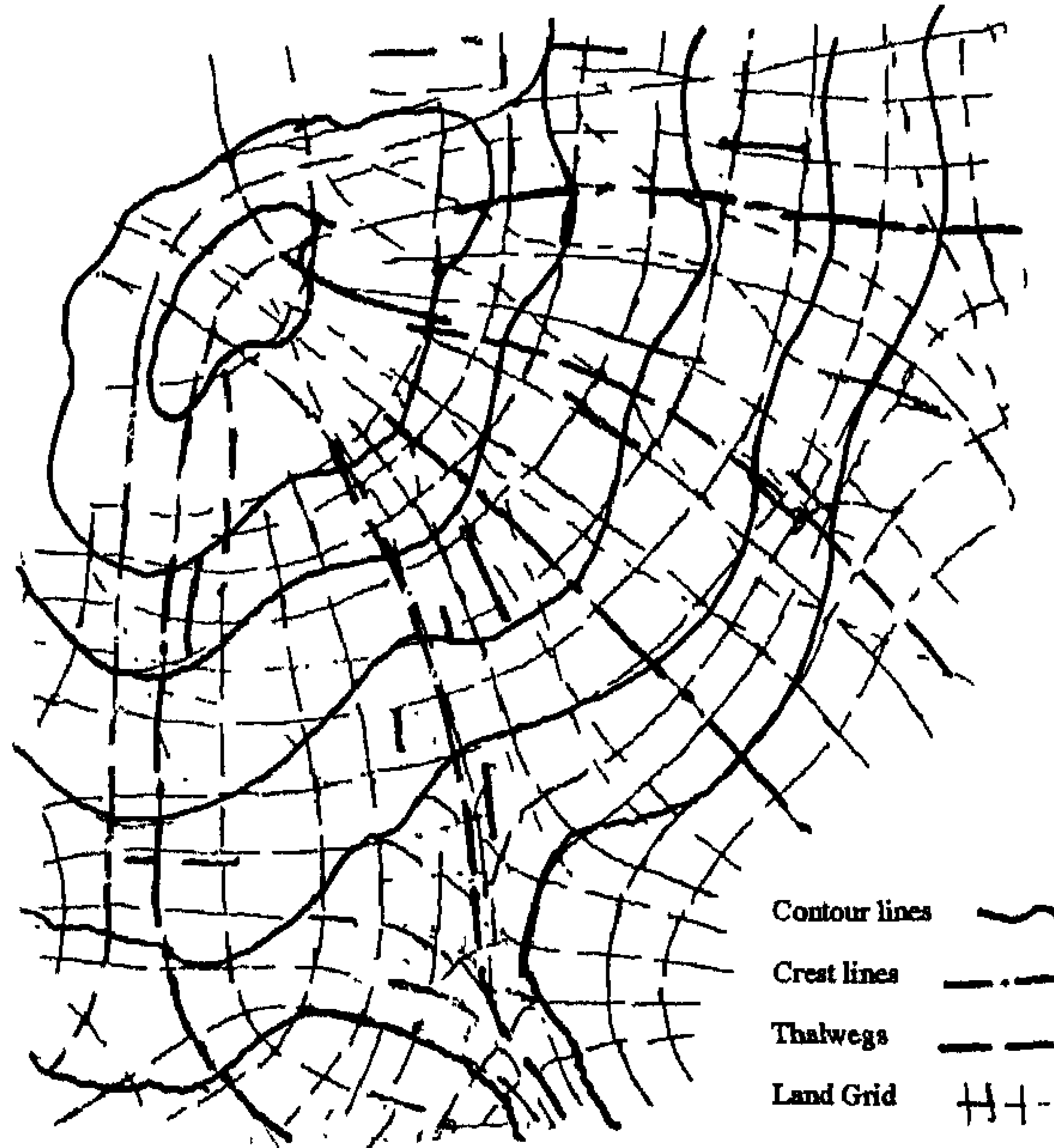
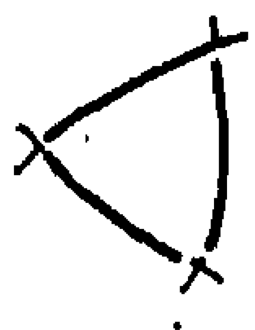



Fig. 2 - A stepped area - the component of site features - the land grid

The obtained land grid in the two cases is a kind of orthogonal grid tightly linked to the land topography & form . This geometrical grid gets always some special areas " nodes " which are necessary to manage a good connection between two grid directions . Through the analysis of many cases of land grid we are always facing two types of nodes ( figure 3 ).

1-Curved triangle



2- pentagone

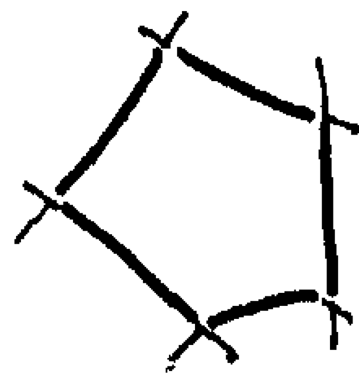


Fig. 3

## II.2. Urban Grid

In areas where urban development has already taken place ( desert or rural ), the urban grid could be obtained by this frame made up by concrete elements such as: Plots, roads, tracks, built element, trees, canals, and so on... surveyed with the help of maps and aerial photographs at different scales. So it is a graphic representation used to demonstrate the geometrical relationship between those constitutive elements and the original land grid . ( see figures 4&5).

Special attention must be paid to the " plot" as it is the starting point of any urban planned or unplanned development .

On the one hand , the plot is the assessment of land ownership. The land regulation defines the different rights related to urban land according to the plots limits and areas.

On the other hand , the plot is a territory. As such, it is the means and the direct support of urban space imprint in its relationships with natural environment and society. The plot is the basic grid of the urban space . Consequently , the plot layout can be considered perfectly as the mirror of the urban grid of any urban development.

## II.3. Urban Plot Layout Process

The origin of urban plot layout in most existing projects in desert areas is quite unknown and in many cases does not obey the site features. This could be demonstrated obviously in Cairo eastern neighbourhoods like Heliopolis and Nasr City where-consequently - Heliopolis grid does not match with Nasr City grid ( see figure 6). This situation makes difficult the good connection between those two neighbourhoods yet one close to the other. In fact , any project develops without taking its neighbours into account, the reslt will be a chaos. At this specific point, the urban plot layout can play a primordial role.

On the contrary, the urban plot layout in rural areas is generally extracted from the rural plot . So, the urban grid shape is similar to the geomorphical rural land grid. The problem takes place when the urban development on agricultural land is spontaneous (unplanned); the space structure in this case will belong to agrarian geomorphical patterns rather than urban hierarchical patterns. This is clear in Boulaq El Dakrour example (figure 7) where physical problems appear ( among other socio - economic and environmental problems ) notably as non- hierachical road network and highly dense urban fabric.

Hence, the existing urban plot layout - in desert or rural areas - could be considered as a tool and a guide for a new project and not as a goal in itself :

- If it does not respect the site features, a compromise should be founded for the new project so as to match partially with both constraints - existing plot layout and original site features.
- If it respects the site features but reveals spatial handicaps for urban development, it must not be taken as it is and could be modified with respect to the original land grid and new project requirements.

# THE IMPLICIT ROLE OF LAND GRID IN URBAN DEVELOPMENT PROCESS

By
**Dr. Omar Mohamed El-Hosseiny** *

## ABSTRACT

This paper aims to underline the land grid approach which has both its natural and man - made implications in discovering the space structure with the help of plot layouts. The idea is based on the following hypothesis: The process of parcelling out the land and the elements constituting the landscape are able to reveal the values of the urban development created by a society.

**Keywords:** Land grid - Urban grid - Plot layout- Landscape - Site features - Urban development.

## 1- INTRODUCTION

The urban expansion of a city must not only be envisaged in a functional and quantitative manner, but also qualitatively and physically. Indeed, this expansion materializes on the ground to become a living framework for its inhabitants.

The socio-economic, historical and cultural conditions of the land constitution and transformation of landscape are partially known. Different fields try now to understand it as a system issued from the dynamical relationship between physical (natural or man-made environment ) and sociological elements.

In this scope, spatial composition of the transformation of a city must account for natural site features, past man-made additions, climate, customs of its inhabitants, etc. It is therefore necessary to enhance the originality of each place with regard to the people who are going to inhabit it.

Therefore, the creation of urban development will have two aspects tightly linked:

-The first aims at understanding the existing landscape; its basic structure, features as well as its process of change.

-The second is directed towards the creation of the urban project with its socio- economic implication.

The land grid approach is based on the analysis of traces left on the ground by the former real- estate structure and/ or by natural site features. It permits the evaluation of the formation of urban/natural fabrics from their origin ( unplanned or planned) in order to manage their changes through their integration in the design of future urban fabrics.

The methodology of this paper will be firstly based on the inductive approach concerning the different implications of the so called " land grid" , then , a case study will be conducted to demonstrate an application in Morroco (Agadir ) before reaching a conclusion in this matter .

## II- DIFFERENT IMPLICATIONS OF LAND GRID APPROACH

### II. 1 - Land Grid Technics

In virgin areas where urban development has not yet taken place , the land grid could be obtained as follows:

- In rural valley (almost flat): The land grid in "open field" is exactly the typical relief or landscape of agricultural lands devisions ( see figure 1).

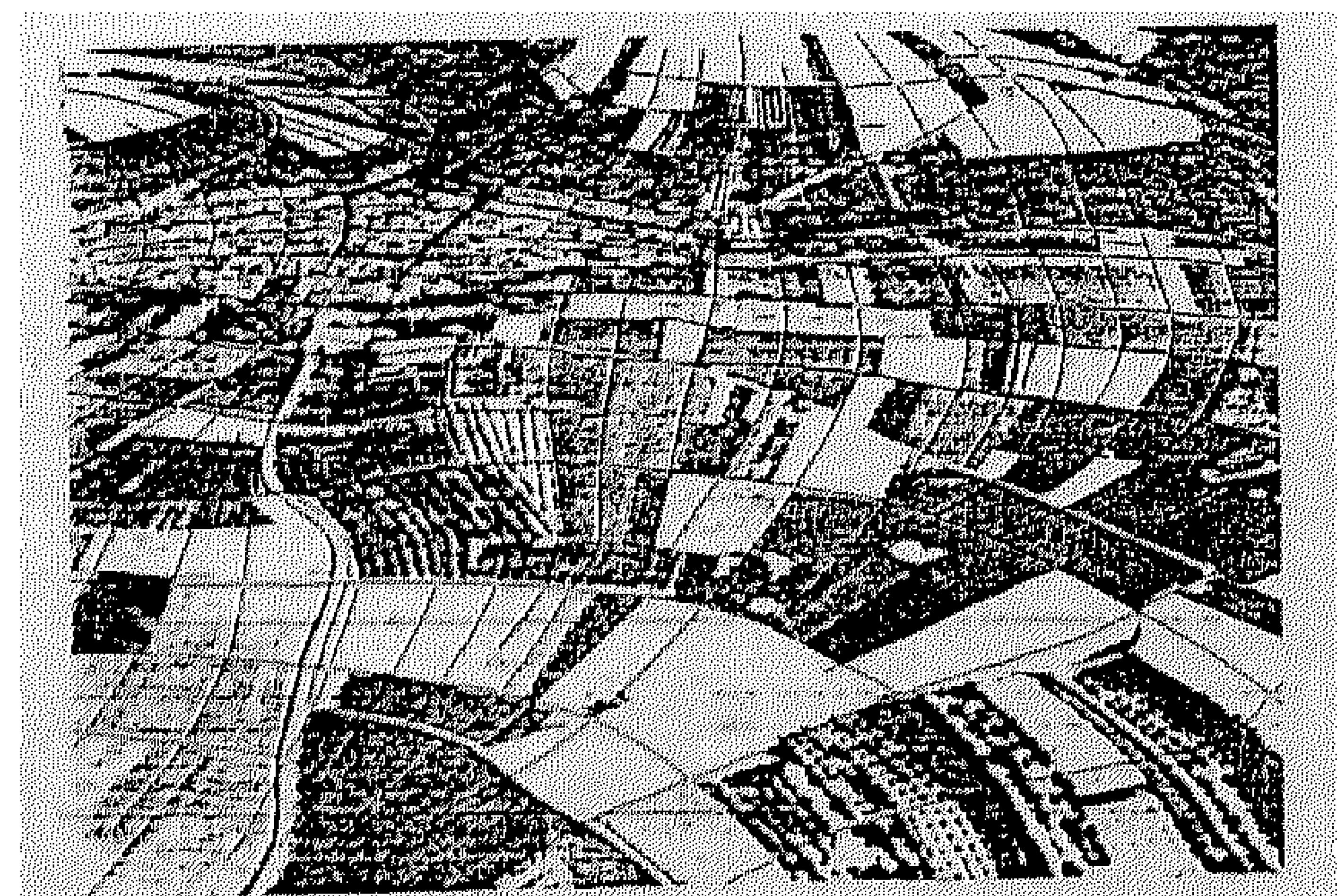


Fig. 1 - An "open field" rural valley - its relief - the land grid.

* Assistant Professor, Department of Urban Planning & Design, Faculty of Engineering - Ain Shams University

water management. But development and augmentation of non-conventional water resources are also becoming valuable alternative.

Environmental and political imperatives around the world highlight the increasingly urgent need for a new, affordable, and efficient source of water. Desalination of brackish and seawater is becoming an attractive option to provide water requirements for future municipal, industrial, and agricultural demands. Desalination processes are presently material and energy intensive and the process wastes are considerable. Desalination techniques vary depending on the size of the plant needed, the energy required, the cost of desalinated water, and the method of disposing the brine. The most common processes used are RO and MSF. RO is considered as the suitable technology to be practiced in Egypt considering the different salinity levels of available brackish and sea water and also the size of the plants required.

Economic and financial feasibility for the use of desalinated water is dependent mainly on the international energy price. Maintenance and operation technologies and costs for desalination plant are also needed to be investigated. According to current energy prices, the most appropriate use for the desalinated seawater is to fulfil municipal and industrial requirements in specific locations along the Mediterranean and the Red sea. Water and energy will be the key elements in regional development which will also include tourism/resorts, industry, and commerce. Cogeneration plants for production of power and water seem to be a viable option for the tourist villages in the northern coastal area and along the Red Sea coasts. Desalinated seawater is extremely expensive to be used for current irrigation practices.

MPWWR, seeking additional water to carry on the horizontal expansion plans, should consider desalination as an alternative source of water only when the cost of desalination of water becomes comparable with the cost of conservation measures for other resources. If desalinated brackish water is to be used in irrigation, the economic analysis performed by Neff (1996) should be carefully considered and verified. According to Neff's analysis, desalination of brackish water is not yet considered to be an affordable alternative for production of irrigation water. Environmental impacts associated with the desalination process have to be carefully evaluated.The technology use for brine disposal should be extensively studied.

## *REFERENCES*

- *Abu Zeid, M. and M.A. Rady, 1990, "Egypt's Water Resources Management and Policies", Country Report, World Bank, Washington, D.C., USA..*
- *Braverman, A., N. Hassid and S. Drori, 1995, "Desalination Prospects West of the Jordan River: Problems and Solutions", IDA World Congress on "Desalination and Water Sciences", Abu Dhabi, UAE.*
- *Hussein, Z., D. Seckler, M. El-Kady, and F. Abdel-Al, 1995. "Financial, Economic Returns and Value Added per Consumptive Use of Water for Major Crops in Egypt", Strategic Research Program, National Water Research Center, Working Paper Series No. 2-4, Cairo, Egypt.*
- *Neff, R., 1996 "Evaluation of Desalination for Water Reuse/Recycling", Water Resources Strategic Research Activity, National Water Research Center, Unpublished Working Paper, Cairo, Egypt.*
- *Murakami , M. and K. Musiake, 1994. "Non-conventional Water Resources Development Alternatives to Satisfy the Water Demand in the 21st Century", IWRA.*

available in the agricultural drains has been considered as a potential source for additional water. An economic comparison for the use of desalinated brackish water in irrigation versus the current use of water (canal, drain, groundwater) was conducted by Neff (1996). Table 1 presents the net financial and economic value added, net returns and value added per one cubic meter of water for the current agricultural cropping pattterns under current irrigation practices and when using desalinated brackish water, respectively. The table shows that using desalinated water for irrigation is not economically viable given the current cropping pattern and farm prices, when only considering the cost of desalting. It should be noted that in cases of agricultural drains containing other types of effluent, e.g. sewage and industrial wastes water, an additional cost should be accounted for to treat this water for potential agricultural uses.

## ENVIRONMENTAL EVALUATION

Although there is no fatal flaws in desalination technologies and there is a substantial history of environmental safe operation of desalination plant, there is a need, however, to identify document, and understand environmental concerns that are increasingly being raised.There are several environmental concerns associated with the disposal of desalting concentrates. The main characteristics of the desalination concentrates are raw water quality, pretreatment chemicals, water recovery, temperature, post treatment chemicals, and concentrate blending. The means of concentrate disposal vary from surface water discharge, disposal into sewage treatment plants, deep well disposal, evaporation ponds, to brine concentrators.

A major concern in the economical application of pressure driven membrane separation systems is the membrane fouling. Various solutes and foreign matters suspended in the feed water can foul a membrane, decreasing its productivity or even blocking or damaging the membranes. These foulants are scale formation, biological slime formation, suspended solids, colloids, metal oxides, oil and grease deposition. These foulants are the main types of foulant layer that forms on the high pressure side of the membrane. Scaling occurs if one or more of the following soluble salts which sparingly exist in the feed water deposits on membrane surface: Calcium Carbonate, Calcium Sulphate, Barium Sulphate, Strontium Sulphate, Calcium Fluoride, Silica. The drastic reduction in the water flux and the high cost of membrane replacement are the main problems caused by fouling.

Table 1- Net financial, net economic, and value added returns for various crops under current irrigation practices (Neff,1996)

| Crop | Irrigation Demands (m3) | Value Added Net Returns (Current Practice) (LE) | Value Added per m3 of Water (Current Practice) (LE/M3) | Value Added Net Returns (Desalinated Water) (LE) | Value Added per m3 of Water (Desalinated Water) (LE/m3) |
|---|---|---|---|---|---|
| **Economic Returns** | | | | | |
| Berseem (long) | 2.358 | 780.09 | 0.33 | -2,379.63 | -1.01 |
| Berseem (short) | 2.358 | 273.40 | 0.12 | -2,886.32 | -1.22 |
| Broad-beans | 1.874 | 678.17 | 0.36 | -1,832.99 | -0.98 |
| Cotton | 4.011 | 3,554.88 | 0.89 | -1,819.86 | -0.45 |
| Flax | 1,110 | 2,561.18 | 2.31 | 1,073.78 | 0.97 |
| Maize | 3,027 | 798.60 | 0.26 | -3,257.58 | -1.08 |
| Rice | 3,748 | 1,135.74 | 0.30 | -3,886.58 | -1.04 |
| Sorghum | 2,492 | 527.44 | 0.21 | -2,811.84 | -1.13 |
| Soybeans | 2,894 | 426.52 | 0.15 | -3,451.44 | -1.19 |
| Sugar Cane | 9,869 | 1,636.63 | 0.17 | -11,588.10 | -1.17 |
| Sugar beets | 2,538 | 2,041.62 | 0.80 | -1,359.30 | -0.54 |
| Wheat | 1,902 | 1,426.55 | 0.75 | -1,122.13 | -0.59 |
| **Financial Returns** | | | | | |
| Berseem (long) | 2,358 | 1,209.75 | 0.51 | -1,949.97 | -0.83 |
| Berseem (short) | 2,358 | 576. 86 | 0.24 | -2,582.86 | -1.10 |
| Broad-beans | 1,874 | 853.22 | 0.46 | -1,657.94 | -0.88 |
| Cotton | 4,011 | 2,346.31 | 0.58 | -3,028.43 | -0.76 |
| Flax | 1,110 | 612.22 | 0.55 | -875.18 | -0.79 |
| Maize | 3,027 | 938.29 | 0.31 | -3,117.89 | -1.03 |
| Rice | 3,748 | 1,046.92 | 0.28 | -3,975.40 | -1.06 |
| Sorghum | 2,492 | 710.16 | 0.28 | -2,629.12 | -1.06 |
| Soybeans | 2,894 | 619.28 | 0.21 | -3,258.68 | -1.13 |
| Sugar Cane | 9,869 | 2.008.61 | 0.20 | -11,215.85 | -1.14 |
| Sugar beets | 2,538 | 1,031.38 | 0.41 | -2,369.54 | -0.93 |
| Wheat | 1,902 | 1,203.35 | 0.63 | -1,345.33 | -0.71 |

Note: Base financial and economic return data was obtained from: Hussein, Zakir, David Seckler, Mona El-Kady,Farouk Abdel-Al, 1995."Financial, Economic Returns and Value Added per consumptive Use of Water for Major Crops in Egypt ", Strategic Research Program, National Water Research Center, Ministry of Public Works and Water Resources, Cairo, Egypt; Working Paper Series No. 2-4, March 1995.

Cost of desalinated water estimated based on data presented in Glueckstern, P., 1991. Cost of Large Scale RO Systems; Desalination, Vol. 81,Pg.49-56, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.

## CONCLUSION

After exploiting all of Egypt's renewable fresh water resources, the country will have no choice except to search for water conservation and management practices to maximize the water use efficiency, and to develop non-conventional water resources. Water conservation is an important and essential issue in the

Desalination plants can be either single purpose plants to produce only fresh water or dual purpose plants to produce power and water. Electric power and fresh water are needed for new urban areas, rural areas, and tourist villages. Those plants utilize the expanded steam from the power directed towards improving the maximum temperature limitation of the plants by chemical treatment of the salt water. The choice of the least-cost options for power and water production has traditionally been accomplished by choosing the units which minimize the costs for stand-alone, base load production of power and water. The optimum configuration for co-production of water and power depends sensitively on the ratios of water to base load power and peak to base water electricity demand.

Figure 1 (Murakami,1994) shows the different desalination techniques and shows the ranges for which each process may be appropriate. The figure exhibits that reverse osmosis has a wide range for application starting from low salinity waters ( 100 ppm) up to highly saline water (45.000 ppm). Electro-dialysis techniques rank second with respect to the application salinity range as they apply for the saline water between 100 and 10.000 ppm. Distillation techniques apply mostly to highly saline water for salinities ranging between 10.000 up to100.000 ppm. Ion exchange is used only for low salinity waters (less than 1000 ppm).

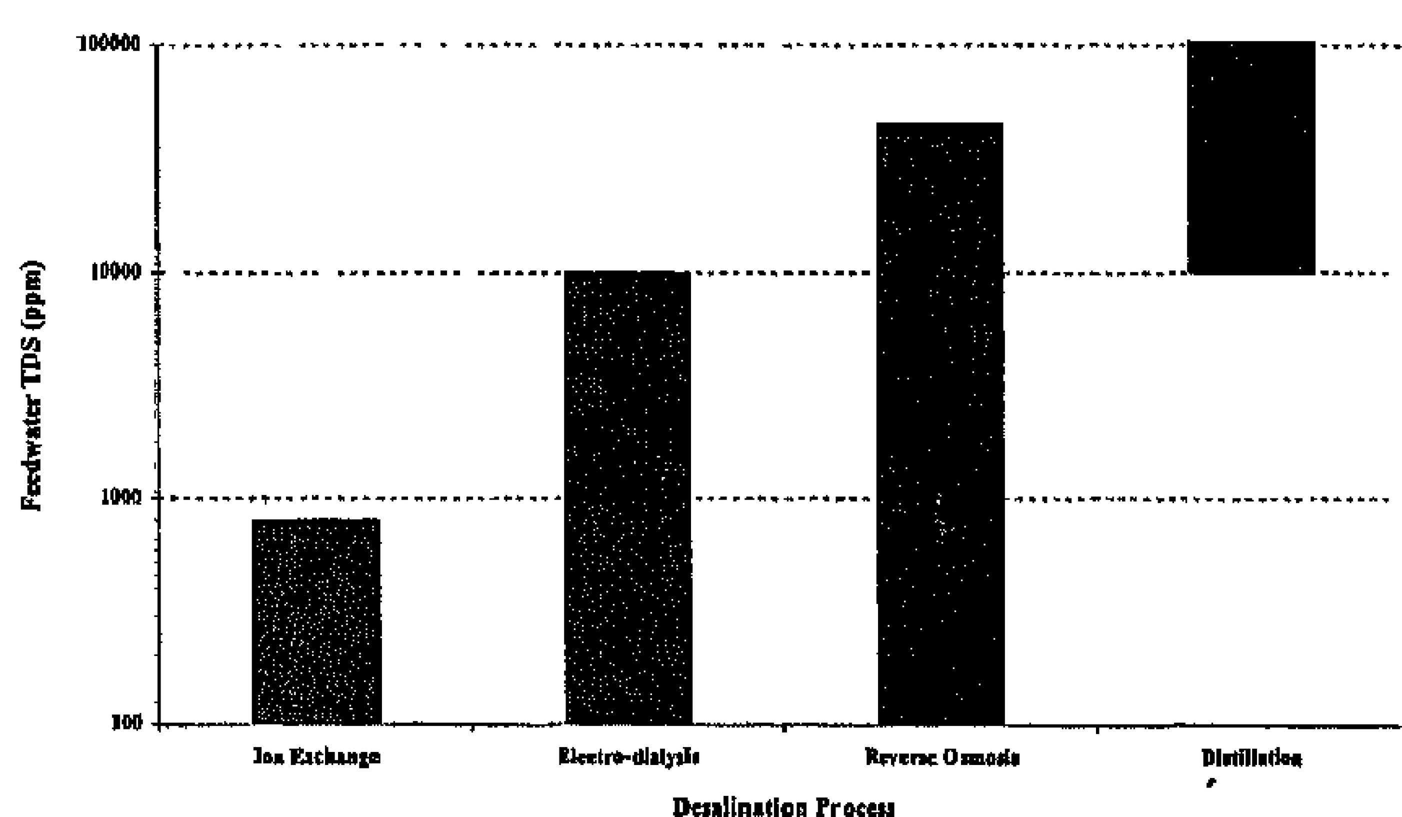


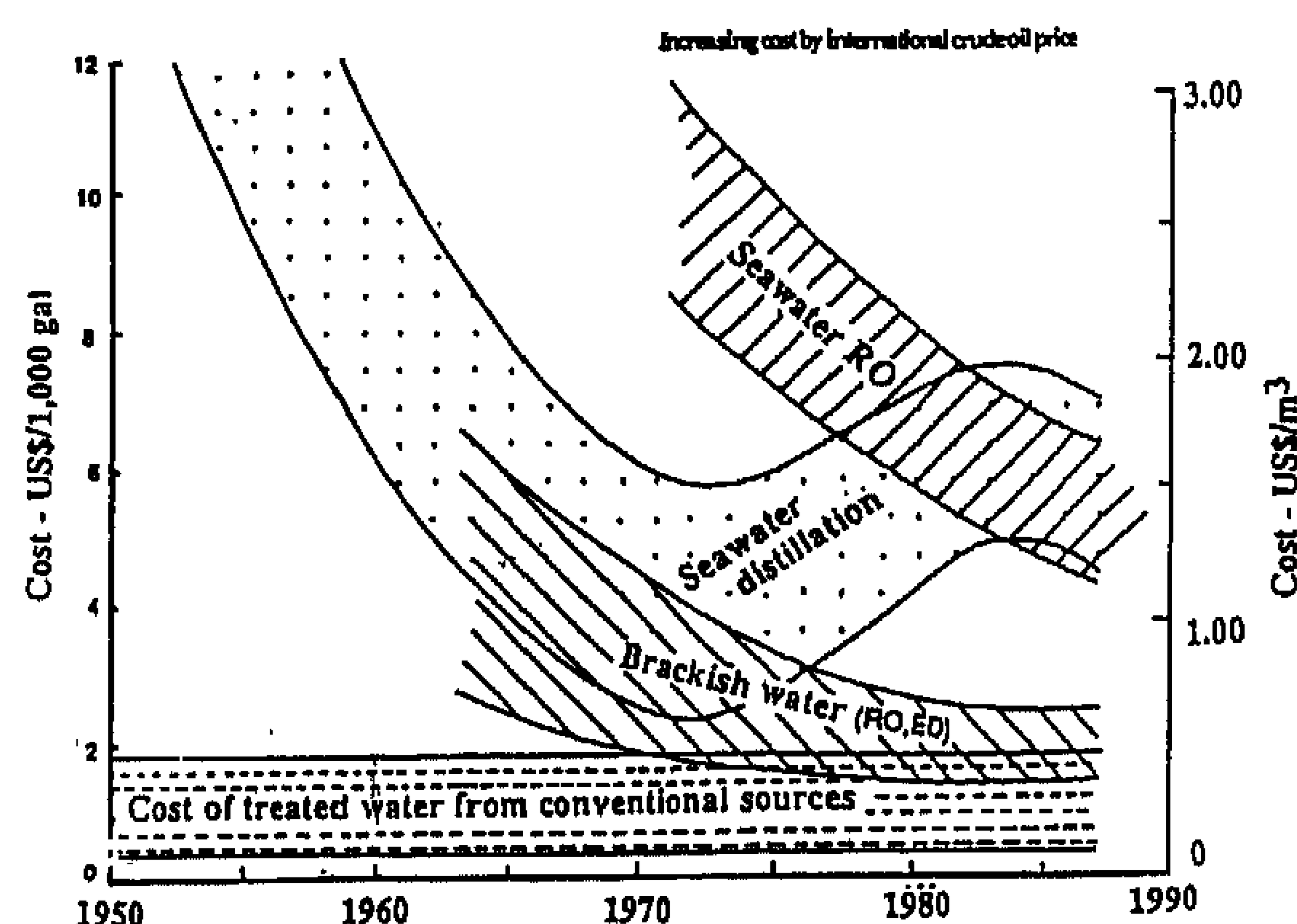

Fig. 1 - Different desalination processes used according to level of feedwater salinity

## ECONOMIC ASSESSMENT

Desalination processes are energy intensive and the cost of energy can account for up to 50 percent of the overall production cost. It is important to notice that low energy requirements do not necessarily indicate the least cost desalination method. Selecting a desalination process requires an intensive cost analysis of the system parameters such as capital cost, operation, and maintenance costs, ..etc. The cost of desalination of water, regardless of the energy source, depends among other factors on the production capacity of the plant, technology used, cost of transportation of water, pretreatment ..etc. Because of the current energy prices associated with the desalination processes, the estimate for the cost for one cubic meter of desalinated sea water is LE 3.34, while the cost for one cubic meter desalinated brackish water was determined by LE 1.35 (Braverman,1995)

Figure 2 (Murakami, 1994) shows the trend exhibited in the cost of desalination of one cubic meter of water of different salinity levels, to turn it into potable water with accepted salinity for human use for drinking, considering various desalination techniques.

The figure shows that the desalination costs have decreased significantly with the seawater distillation techniques during the period 1950 - 1970 mainly because of the reduction in oil prices. After the oil crisis in the 1970th, the desalination costs went up but recently it is going down again because of the stability in oil price. Seawater RO shows a decrease pattern in the costs because of the advances in the technologies used concerning the membrane materials and process.




Remarks : Cost for distillation and RO for polish potable water; including, capital and operating costs (1985 price) for plants producing 3.700 - 18.000$m^3$/d.

Fig. 2 - Cost per one cubic meter water using different desalination techniques

As agriculture is considered to be the most water demanding sector, and because of the limited renewable water resources in Egypt to accomplish the land reclamation plans, desalination of brackish water

water reuse in agriculture, the overall irrigation efficiency is estimated at 65-75 percent after water recycling. In new reclaimed areas, modern irrigation methods (drip and sprinkler irrigation) are applied resullting in a higher application efficiency of 80-85 percent.

Present annual municipal and industrial demands are estimated at 3.1 and 4.6 bcm respectively. Future requirements depend very much on the rate of population growth. The population of Egypt according to the last census of 1991 is about 58 million and is expected to increase to 78 and 97 million by the years 2000, and 2025 respectively (World Bank reports, 1995). By improving transmission and distribution efficiency from 50 percent in 1990 to 90 percent in 2000, municipal water use is expected to remain constant even with the expected increase in population.

During the period from October to January irrigation requirements are not enough to maintain appropriate draft for river navigation. Special water used to be released for this purpose during low requirements season and used to flow directly through the river channel into the sea. Since 1987/88 releases for navigation are being reduced and have reached a minimum flow to sea of 0.3 bcm in 1995/96, which accounts only for leakage from Edfina barrage, located at the river mouth on the Mediterranean (Rosetta branch).

Hydropower generation was considered for many years as a major product from AHD for the developing industry in the country. Lately, thermal power stations have been producing most of the energy required by industrial activities, and hydropower production from the dam contributes only about 20 percent of the annual required energy. Those two uses are considered as non-consumptive uses of water.

The fragile match between water demands and supplies necessitates the search for water conservation and management policies to achieve the maximum water use efficiency for the existing resources. It also urges the development and use of new non-conventional sources of water. Desalina-tion of brackish and seawater is evaluated here as an example of non-conventional water resources.

## DESALINATION TECHNOLOGIES

Desalination plants now in use range in capacity from a few thousands to millions of cubic meters of fresh water production per day. There are many different techniques used for desalinating water. Most of desalination plants exisiting in the Middle East region are for providing municipal water through desalination of sea water. Very few use brackish groundwater as the feed water to produce domestic water supply.

Desalination processes are energy intensive, requiring either thermal, mechanical, or electrical energy. The choice of the desalination technique depends mainly on the size of the plant needed, the energy required, the cost of desalinated water, and the methods of disposing the brine.

Though many methods of desalination have been practiced, only few have been commercially developed. Basically there are four types of desalination processes:

Distillation or thermal processes such as Multi-Stage Flash (MSF), Multi-Effect Distillation (MED), and Vapor compression (VC), Crystallization or salt freezing, Membrane or mechanical processes such as Reverse Osmosis (RO) or Electro-Dialysis (ED), and Chemical as in ion exchange. The main energy sources for different desalination processes are: Fuel oil gas plants, Coal fired plants, Diesel engine, Hydroelectric power plants, and Nuclear reactors. Renewable energy sources (solar and wind) have also been used in operating desalination plants.

The multi-stage flash (MSF) and the reverse osmosis (RO) processes account for 95 precent of the total world desalting plants. Those two processes utilize fossil fuel as an energy source. MSF plants use steam as the energy input, while RO plants utilize electric power to pump the feed water against the membranes. Advanced nuclear reactors are being used to generate electricity and/or steam. Nuclear power desalination plants provide long-term availability of indigenous fuel, long-term fuel price stability, and minimal environmental impact. Nuclear power desalination plants have high capital investments as compared with conventional desalination plants. However, the operational expenses of the nuclear power desalination plants are considered drastically lower than the conventional ones.

Membrane systems are widely used to purify water of different quality, including brackish water, seawater, and even wastewater. Membrane processes used in water and wastewater treatment can be categorized into four classes according to the size of particles that can be retained; namely, reverse osmosis, nanofiltration, ultrafiltration, and microfiltration. The capacity of RO membranes to reject ions is typically in the range of 95 to 99.9 percent.

# DESALINATION: STILL AN EXPENSIVE ALTERNATIVE FOR EGYPT

By
Maha Tawfik*

## INTRODUCTION

Egypt is unique in having only one source of water, the Nile River, to satisfy its different requirements. The rapid increase in population and the consequent development and expansion in agriculture and industry necessitate the search for better development and management practices for this limited and fragile source. The Ministry of Public Works and Water Resources (MPWWR) has initiatedd several water development and conservation projects to help compensate the continually increasing demands. These projects included the irrigation improvement project, the expansion of the reuse of drainage water, the hydraulic structures rehabilitation and maintenance, the river channel improvements, and other projects. Augmentation of the Nile waters with other non-conventional water resources is also an alternative under investigation. These non-conventional sources include groundwater, harvested rainfall, treated sewage and industrial effluents, and desalinated brackish and sea water.

Non-conventional water resources are becoming more important in achieving future water supply-demand balance. Non-conventional water resources development alternatives are the priority alternatives, taking into account that there are few constraints. The paper presents the desalination of sea and brackish water as a feasible alternative for satisfying rapidly growing demands. It also summarizes the knowledge obtained concerning the existing desalination technologies. The paper addresses the question of whether desalinated water should be limited only for domestic and industrial uses or it should also be provided for specific agricultural schemes. The paper also presents an evaluation of the possibility for using brackish desalinated water in irrigation.

## WATER RESOURCES

Egypt is an arid country that receives an annual amount of rainfall that seldom exceeds 200 mm along the northern coast, declines very rapidly from these coastal areas to inland, and becomes almost nil, south of Cairo. This meager rainfall occurs in winter in the form of scattered showers and cannot be reliable for extensive agriculture production.

Groundwater exists in the Western Desert, generally at large depths. It has been indicated that most of this source is not a renewable resource. Use of this fossil water depends on the cost of pumping, depletion of storage, and potential economic return over a fixed time period. Groundwater is also available in Sinai peninsula in numerous aquifers of varying capacities and qualities.

The country is almost entirely dependent on the Nile to satisfy its various water requirements. Eygpt's share from the Nile is limited to 55.5 billion cubic meters (bcm). The Nile provides about 95 percent of Egypt's renewable water resources. There are two non-conventional resources of water that are being used in providing water for irrigation; groundwater in the Nile Valley and Delta, and agricultural drainage water. It should be noted that these two sources do not represent an additional source of supply but rather they are considered as two forms of recycling of the Nile water. The current annual rate of abstraction of groundwater from the Valley and Delta aquifers is about 4.0 bcm. There are about 4.6 bcm of drainage water that are being reused officially in the Nile Delta.

## WATER REQUIREMENTS

The fact that should be realized is that almost 85 percent (47bcm) of Egypt's Nile water is allocated for agriculture, whereas, water allocated for domestic and industrial uses is less than 15 percent. The total irrigated area amounts to about 7.8 million feddans. Surface irrigation is parcticed in most old agricultural areas in Egypt (about 6.0 million feddans), with an application efficiency ranging between 40 and 60 percent. Because of groundwater pumping and drain

* Researcher, Strategic Research Program, National Water Research Center, Ministry of Public Works and Water Resources, Cairo, Egypt.

*REFERENCES*

- *Abdel-Gawad, S.T. 1994. "Drainage Quality and Environmental Issues", VIII World Congress on Water Resources, Proceedings, Volume 1, Cairo.*

- *Abu Zeid, M. 1992. " Water Resources Assessment for Egypt ", Canadian Journal of Development Studies, Special Issue.*

- *Delft Hydraulics, 1993. "Environmental Action Plan Egypt ", Working Paper on Water Resources, Mission Report, the Netherlands.*

- *DRI / SC-DLO, 1995, " Reuse of Drainage Water in the Nile Delta; Monitoring, Modelling, and Analysis ", Reuse of Drainage Water Project, Final Report, Cairo.*

- *Kelly, R.A. and Welsh, J. 1992. " Egypt Water Management Action Plan : Phase II ", USAID / GOE, AID Project No 398-0365, Pride Technical Report No 5, Cairo.*

**Administrative and Institutional Arrangements**

Water quality management can not be separated from water management as a whole, nor from virtually any sector or social and economic activity. It must therefore be well recognized, accepted, and agreed that:

- A single authority takes a leading role in setting national objectives, monitoring the situation, proposing legislation, and have capability to enforce laws and regulations.
- A strong sharing of responsibilities between all actors (government, regions, users) will be institutionalized, at policy making level, as well as on the policy enforcing level.
- Water quality management will be institutionalized at the national, regional, and governorate levels.

Obviously, MPWWR is the lead authority in water quality management, however, the Egyptian Environmental Protection Agency (EEAA), has a central role in protecting the environment including water-related issues. EEAA is the coordinating body between the Cabinet of Ministries and the various Ministries and other Authorities in the field of environmental issues. It takes responsibilities and duties in all environmental affairs at the planning and legislative level.

The role and responsibility of other ministries, authorities, and user groups towards water quality is well recognized. Ministries concerned with water quality are :

- Ministry of Agriculture, Land Reclamation, and Fisheries (MALRF) which initiates the policies related to farm production including use of fertilizers and pesticides.
- Ministry of Housing and Construction and Public Utilities (MHPU) responsible for potable water and sewage treatment.
- Ministry of Health (MOH), legally entrusted with the monitoring of water quality for drinking water supply and general safety of water use .
- Ministries of Industry, Transportation , Tourism and Energy.

Two national inter-ministerial committees ensure the coordination of various ministries concerned by water use and management. The first is the Supreme Committee of the Nile (chaired by MPWWR) and the second is the Coordinating Committee for Land Reclamation. NGO's have an important role in pollution prevention. Until very recently this role was absent but some promising efforts are now being made. Hopefully this role will increase. Possibly this will happen when the awareness programs initiated by MPWWR are intensified and achieve their objectives.

## CONCLUSION

Water is a scarce natural resource in Egypt. Increasing signs of pollution from agricultural, industrial, and domestic sources are alarming. The Ministry for Public Works and Water Resources is responsible for water resources planning, management, and general distribution for the entire country . Water quality management is an integral part of the water management process and they can not be separated. Tools for water quality management include monitoring, analytic facilities, computational capacity, institutional, and legal framework, awareness, and law enforcement power . The present time witnesses a rapid development of those tools within the MPWWR. Another important factor for successful water quality management leading to clean waters and healthy environment is the involvement, cooperation, and coordination among all ministries, authorities, user groups and individuals using or concerned with water. This leaves nobody out.

### Central Water Quality Laboratory

Although each of the research institutes carrying out water quality monitoring has its own laboratory, most of these laboratories need, to a varying degree, improvement and strengthening to provide reliable results. Standardization of analysis procedures, introduction of quality control and quality assurance and strengthening the available facilities in terms of equipment and personnel are common requirements. It has been decided to integrate the analytical capabilities for water quality analysis in NWRC in one central laboratory which serves all the institutes. A modern laboratory is under construction at present with technical assistance from CIDA and inputs from all other on-going projects involving a water quality monitoring component.

The new Central Laboratory will carry out physical, chemical, and biological analysis for water, soil, and plant samples according to established operational procedures and analysis methods. It will maintain a data base and reporting capability. The Central Laboratory will be a part of the newly designed national water quality monitoring network.

### Other Monitoring Activities

Other monitoring activities related to water quality at regional and local levels are frequently carried out for in-depth analysis of problems that require especial attention. This effort usually ends with recommendations and proposed solutions for decision makers. However, there are still some gaps in the national water quality monitoring effort. This is mainly related to the water in the distribution canal system downstream the main Nile Channel. Meanwhile, some monitoring programs need upgrading and improvement. These are the Nile and Upper Egypt drainage networks. Plans to implement these improvements are in their final stages with technical assistance from CIDA.

## WATER QUALITY MANAGEMENT

Water quality management can not be desiccated from water management as a whole nor from virtually any sector or the social and economic life. The planning sector of MPWWR has an important task in the integrated planning and management of water resources. In this capacity it drafted the 1982 National Water Master-plan. Until very recently water quality was not addressed in a comprehensive manner during the planning and management processes. Recognizing the needs and conditions to reach this stage, it was realized that there is a need to strengthen the planning and water management capabilities before a new master-plan can be drafted.

While strengthening the monitoring capabilities is a step towards an integrated water management, strengthening the capabilities of the planning sector is another important requirement. In progress since about two years a project with technical assistance from the Netherlands to achieve the following objectives :

- Enhancement of the planning capability of the planning sector of MPWWR regarding integrated, sustainable, and environmentally sound use and development of water resources .
- The implementation and application of tools for integrated water resources management, with emphasis on water quality models.

A long-term objective of water resources management, is to develop a strategy for institutionalization of water quality management including financial aspects such as introduction of a system of permits / licenses for operation with associated permissible pollution loads as well as phasing for reduction / treatment, penalties, duties, cost-sharing in water management, etc.

### Planning and Management Tools

In the framework of the analysis of the water resources system, a generally applicable computational framework, based on existing and well-established simulation models, are used to simulate the response of the system to developments and measures applied to improve the water resources system. The computational framework can subsequently be applied to evaluate the effects of alternative measures to reach the objectives for water resources management. Comparison of the effects of different measures allows a ranking of measures and the selection of promising measures. Promising measures will then be combined to strategies that meet the objectives for water management.

While the planning sector has extensive in the field of mathematical modelling of water distribution, there is definite need for experience in the field of water quality modelling and management. The NWRC provides support for the management of the water resources including water quality issues. In addition to the data sets and information provided to the planning sector, mathematical models for integrated water management and simulation of pollution transport and fate are provided by the research institutes. Example is the SIWARE model developed by DRI for simulating water management in the Nile Delta (DRI / SC-DLO, 1995) which can simulate and predict the long-term effects on soil salinity, water table levels, and crop yields.

winches to continuously measure flow velocities at their outlets. The monitored water quality parameters, until 1994, were limited to EC, TDS, pH, calcium, magnesium, sodium, potassium, manganese, chloride, carbonate, bicarbonate, and sulfate. Heavy metals (iron, copper, and zinc ) , BOD, COD, and E-coli coliform bacteria in terms of most probable number (MPN) were added at 6 important sites. Water samples are collected on a routine basis once every month to be analyzed at the DRI's laboratory. A data year book is annually published by DRI including a summary of the monitored quantities and qualities of drainage water.

In 1995 the Monitoring and Analysis of Drainage Water Quality (MADWQ) project started in 1995 at DRI to establish an integrated monitoring network which can provide a clear insight not only on concentrations but also on the total load of pollutants. The project will extend the monitoring activities to the drainage system in Fayoum and will include all significant types of contaminants. Its activities will be executed in three steps as follows :

- Reconnaissance survey to determine the drainage water quality status and its spatial and temporal variations. A total of 235 monitoring sites were selected for this purpose .
- Based on the assessment of the reconnaissance survey the parameters and locations that will be monitored on routine (monthly) basis will be defined.
- The final step will be the integration of the water quantity and quality programs.

**Groundwater Quality Monitoring**

During the past years, some observation wells were selected for periodic sampling and chemical analysis every three months. In addition, during the implementation of groundwater research programs, water from additional wells located in the study areas were analyzed. Recently the Research Institute for Groundwater ( RIGW ) started a research program on groundwater pollution with technical assistance from the Netherlands. The objectives of this project are :

- To establish and maintain a groundwater quality monitoring network covering the Nile aquifer system.
- To establish laboratory and analytical capacity to perform reliable analysis and publication of results.
- To strengthen the institute in groundwater quality management.
- To carry out field experiments on the feasibility of artificial recharge for temporary storage of excess water during the winter closure.

**The program includes the following various activities and tasks :**

- Assessment of groundwater vulnerability to pollution in some spots of the Nile alluvium.
- Assessment of groundwater pollution from domestic and industrial activities at some locations in Cairo and the Delta.
- Drawing a strategy on monitoring and control of groundwater pollution .
- Design of a monitoring network for groundwater quality.
- Monitoring and control of groundwater pollution.

**Design of the National Monitoring Network**

The above activities summarize the on-going efforts to monitor the quality of the Nile water, the drainage water and groundwater. Parallel to those monitoring activities, other ministries, each responsible for the interest of water related or water using sectors (agriculture, fisheries, drinking water supply, public health, industrial water supply, etc. ) are expected to monitor water quality as relevant for specific functions. For example, MOH will continue to monitor the water quality at drinking water wells and surface water intakes for drinking water plants. However, all the monitoring activities are not linked or integrated to from a nation-wide effort for water quality monitoring. Thus, the status of water quality is still rather sketchy and does not present an overall coherent picture, with many gaps in information about source-effect chains of water pollution.

Partly due to the scattered responsibilities for monitoring activities and partly because of the gaps in knowledge a need has been identified for an integration of the existing water quality networks and coordination of institutional efforts in the operation of those networks. Given MPWWR's expected formal task in monitoring the water quality of Egypt's water resources, a thorough review of the on-going monitoring activities became necessary for the national water quality monitoring system in all relevant aspects. This will therefore, cover institutional aspects, technical aspects, laboratory facilities, data storage, and retrieval facilities as well as reporting. To this effect a project has started by the end of 1995 for the " Design of an Integrated National Water Quality Monitoring Network in Egypt ". The project is implemented with technical assistance from the Netherlands.

must be designed. The type of information sought depends upon the objectives of the monitoring network. Network design means determining the location of sampling points, frequency of sampling and selecting the water quality variables to be measured in relation to the objectives of monitoring. Monitoring programs include the establishment of data basis, management information systems and dissemination of this information.

### Nile Water Monitoring

During the last two decades NRI was strongly involved in water quality management and pollution monitoring for the Nile channel and branches. NRI has collected quantitative information on physical, chemical, and biological characteristics of the river and its branches, in addition to waste water from drains and out-falls located along the river. To this end, a permanent monitoring program for the river was established aiming to meet the following objectives :

- To serve as a general reference for water quality conditions in the entire river.
- To point sources of pollution and detect violation of water quality standards and maintain effluent standards.
- To determine trends in water quality and seasonal changes.
- To enable the analysis of fate and transport of pollutants and determine the assimilative (self-purification) capacity of the water system.

The NRI in collaboration with the central Laboratories of the Ministry of Health has carried out sampling for water quality analysis during the period 1976-1979. From 1984 through 1986, the NRI and the Occupational and Environmental Health Center of the Ministry of Health collaborated in implementing monitoring activities. NRI and the Faculty of Agriculture, Alexandria University collaborated on 1987 and 1989 in monitoring water quality in the Rosetta and Damietta Branches.

Water samples were collected from a total of 398 points along the river from Aswan to the Delta Barrages, of which 270 were river sites every 10 km and 128 sites at waste discharge out-falls (agricultural drains, industries, municipalities, and power stations). The total number of sampling sites along the Rosetta Branch was 35 while along the Damietta branch there were 31 sites. Not all sites were sampled each time.

More recently, along the River Nile 35 sampling sites were selected to maximize the spatial information while minimizing the sampling effort and cost. The sampling frequency is designed to develop gradually on the long-term to include :

- Four times a year for all river sites (35) and some major points of pollution.
- Monthly for five river sites which are upstream and downstream the High Aswan Dam and upstream each of the Delta Barrages, Edfina Barrage, and Faraskoor Dam.
- Special studies for specific areas or certain source of pollution or on the bed sediments.

The sampling program was implemented for the first time in 1991 and continued twice a year for the following two years for all 35 river sites and major point sources of pollution. In 1994 the program was conducted only once a year for budget limitation and stopped in 1995. In addition, a special study was carried out on Rosetta and Damietta Branches during the winter closure period of 1990-1991. Analyses were carried out by the analytical laboratory established by the institute. The financial support for field and laboratory equipment and technical assistance were provided from the Canadian International Agency (CIDA).

### Drainage Water Monitoring

The ultimate goal of the drainage water monitoring program is to obtain accurate knowledge about the status of drainage water in terms of quantity and quality and their temporal and spatial variations for the proper planning and management of drainage water reuse. Monitoring of drainage water started as soon as the policy of reuse of drainage water was adopted. In 1977 the Drainage Research Institute (DRI) started with technical assistance from the Netherlands to collect on a monthly basis samples from about 47 sites located along the main drains in the Nile Delta (1600 km). A permanent network for routine monitoring was identified in 1981 and since 1983, the network has been continuously maintained and upgraded to provide reliable measurements following standard methods and procedures. The current monitoring network consists of 80 measuring sites distributed over the reuse pump stations (13), the drainage pumping stations (21), and the rest along the open main drains at or near bridges or culverts.

Operation time counters, level gauge recorders and salinity meters are installed at the pumping stations. Level gauge recorders, salinity meters and velocity recorders are installed at the open locations. Two important outfall drains were equipped with cable-way

in water used for irrigation. In Egypt, this applies for both canal and drain water due to the increased need for drainage water reuse for irrigation (Abdel-Gawad, 1994).

At present, high investments are made to improve the sewage systems especially in Cairo, Alexandria, and most major cities where high concentrations of population are living. Primary treatment of urban sewage will be insufficient to prevent a further deterioration of vital water bodies. Even secondary treatment will not be sufficient to ensure the possibilities of water reuse and prevent a further pollution with nutrients and pathogenic bacteria (Delft Hydraulics, 1993).

### Industrial Waste Water

The industrial wastes are considered as one of the main sources of environmental pollution especially for the water system. They contribute a wide variety of pollutants, of which heavy metals and toxic compounds generate the most concern. Egypt has about 20.000 industrial facilities, only 700 of which are major ones. Until very recently, 330 of the major industries were public owned. The facilities that are classified as "industrial" include activities such as food processing, mining, and production of engineering products, chemicals, electronics, textile, paper, etc.

Depending on their location, industries may either discharge their liquid waste directly to the river, canals, and drains or may be discharged with sanitary wastes. Large bodies of water, generally, can handle pollutants such as oil and grease and TSS, except in excess. Toxic pollutants, however, pose the greatest threats when discharged to those waters because fish concentrate the heavy metals and when eaten, can cause human health problems.

The total estimated amount of BOD discharged by industrial plants amount to 270 tons/day. There is no definite estimate about the discharged amount of toxic substances like heavy metals and organic micro-pollutants. From the total discharge of some heavy metals it can be concluded that those substances are discharged mainly from the Greater Cairo and Lower-Egypt at a rate of 0.75 and 0.5 tons/day respectively. The food processing industry (especially 10 sugar factories between Aswan and Cairo) is considered the cause of more than 50% of the BOD load, while the heavy metal input originates for close to 60% from the chemical sector.

### Agricultural Chemicals

Contaminants disposed into the water system by agricultural activities are mainly related to salts, pesticides, and fertilizers leached with drainage water. Obviously, part of these chemicals is drained into the surface water system, either directly or indirectly by groundwater seepage. Not only the surface water will be affected by agricultural activities, but also groundwater pollution may result.

Application of nitrogen, phosphate, and potash fertilizers in the Egyptian agriculture showed an increase of nearly 4 fold during the 1960-1988 period (Abu Zeid, 1992). Nutrients contribute to eutrophication of water and depletion of dissolved oxygen while nitrates particularly in groundwater may cause major health problem. However, starting in the late eighties due to lifting subsidies on fertilizers, a reduction in the use of fertilizers occurred.

There was wide spread opinion that pesticides do not usually leach through soils to shallow and deep groundwater. Contamination of groundwater wells and streams by pesticides were attributed to incorrect handling of application equipment and pesticide residues and of spray drift. Modern sampling and analytical techniques confirmed contamination of groundwater by pesticides.

### Navigation and River Transport

Commercial and public transportation, recreation boats and tourism cruises are main sources in relation to Nile water pollution. Although the domestic pollution related to these sources is low in comparison with other inputs, the increasing number of vessels (9.000 units) might need some treatment facilities.

Apart from domestic waste inputs, the riverine fleet will also contribute to pollution by oil and grease. In addition to operational spilling, more serious pollution inputs can occur in case of accidents.

## MONITORING AND ANALYSIS PROGRAMS

Water quality monitoring programs are implemented by several organizations, the most significant routine ones are those carried out by the NWRC institutes to determine the water quality status, its causes and effects. The on-going monitoring programs are at different stages of development and content, but there are still many gaps. Efforts are made to bring up those programs to a level satisfying the national, regional, and local interest of pollution control and environmental protection.

Water quality is determined by quantitative information on physical, chemical, and biological characteristics of water. For large bodies of water and intensive canal systems a reference network of sampling points

disposal of agricultural drainage water down to a final destination .

The planning sector of MPWWR has an important task in integrated planning and management of water resources. Water distribution and management is the responsibility of the Irrigation Sector. The construction of irrigation and drainage main infrastructure in the newly reclaimed lands is the responsibility of the Horizontal Expansion Sector.

Attached to MPWWR is the National Water Research Center ( NWRC ) with its 12 research institutes. The main objective of NWRC is to provide research results for the support of the planning and management of the water resources and water quality in Egypt. Among the institutes of the NWRC exist the following :

- The Nile Research Institute ( NRI ), which covers a comprehensive range of activities concerning the control, development, and management of the Nile main channel including the two branches and the Naser Lake ( The high Aswan Dam reservoir ).
- The Water Management Research Institute ( WMRI ), which covers the water distribution down to the farm level, irrigation methods, and crop water requirements.
- The Drainage Research institute ( DRI ), which covers agricultural drainage, and reuse of drainage water issues.
- The Research Institute for Groundwater ( RIGW ). It is generally responsible for the management of all aquifers in Egypt.
- The Climatic Changes and Environmental Impacts on Water Resources Research Institute ( CCEIRI ), is recently established to carry out research work related to integrated water management and their environmental impacts with special reference to expected climatic changes.

## LEGAL FRAMEWORK

The present water legal framework is made of two recent acts : Law 48 (1982) and Law 12 (1984). Law 48 regulates the discharges of effluent into the Nile system, in view of their protection from pollution. It generally :

- Imposes licensing by MPWWR of the discharges of all solid, liquid, and gaseous effluent.
- Specifies quality standards of effluent.
- Entrusts the Ministry of Interior with control ( Police) of waterways.
- Provides authority to the irrigation engineers of MPWWR to inspect violations.
- Entrusts Mininstry of Health ( MOH ) with control laboratory analyses.
- Creates a fund to receive fees and fines, to be used for laboratory analyses, research, and studies, subsidizing water treatment, and rewarding informants on law violation.
- Defines penalties.

By-laws, issued by the MPWWR, further specify specific fields of application, regulations and standards.

The Irrigation and Drainage Law ( Law 12, 1984 ) regulates the use of water including groundwater, and provides equity to the users. It also controls the operation of the field laterals mesquas and field drains. It generally controls the following :

- Water rights and water ownerships.
- Areal and sectoral water use priorities.
- Beneficial and harmful use of water.
- Groundwater use and groundwater administration at national, regional, and local levels.
- Financial and economic aspects of water resources, including state and farmers participation (new amendment), water rates and charges, and reimbursement policies (especially with respect to field drainage).
- Penalties.

## SOURCES OF WATER POLLUTION

### Domestic Waste Water

Most cities and about 5.000 villages lack any system of waste water collection and treatment . Semi-treated or untreated waste water from unserviced areas are discharged in water ways and particularly in drains. The projected amount of raw sewage for year 2000 (62 million population) is 1.760 tons/day. The total BOD load of such an amount of municipal waste water can be roughly estimated at 2.500 tons/day. Presently, an estimated 0.3 $bm^3$ /y of raw sewage and pit sludge infiltrates to shallow ground water and discharge to canals or drains ( Kelly and Welsh, 1992 ) .

Untreated domestic waste water is the single greatest source of water pollution by pathogens and parasites. Rural residence who are in direct contact with water are at risk. Equally significant is the exposure of edible crops to domestic wastes discharged

# MPWWR WATER QUALITY MONITORING AND MANAGEMENT PROGRAMS

By
**Safwat Abdel - Dayem *, Mahmoud Abu Zeid ****

## ABSTRACT

Pollution by agricultural chemicals and industrial and domestic wastes endangers Egypt's limited water resources. The ministry in-charge of planning and management and general distribution of water resources is the Ministry of Public Works and Water Resources. Its responsibilities include institutional and legal arrangements for integrated water management that ensures good water quality and protection of the surface and ground water resources from pollution. To this end, tools are developed and capabilities are being strengthened for efficient water quality monitoring, planning and management. The role and responsibilities of other parties involved in water use and management is recognized and appreciated.

## INTRODUCTION

Fresh water is a finite and limited resource in Egypt. About 98% of these resources represented by the Nile water originates beyond Egypt's international borders. This creates the difficult situation that this vital resource permanently depends on the management of its upper catchment by other nine countries having responsibility for its water quality conservation. By agreement signed with Sudan in 1956 Egypt's share of the Nile flow is 55.5 $Bm^3/y$ . It is not foreseen in the near future that this share will be increased. In addition to the Nile resources, Egypt receives some very limited rainfall along its northern Mediterranean coast during winter time in the form of scattered nonuniform showers. The Nubian aquifer also provides limited nonrenewable share of Egypt's water resources.

Pressure on Egypt's fresh water is already severe. A population of about 60 million people depends on the available resources. This means a per capita share of less than 1000 $m^3/y$ expected to fall to about 500 $m^3/y$ by the year 2025. The rapid population growth and associated needs for more food production, drinking supplies, domestic consumption and industrial production will increase stress on the available fresh water resources. Water management will be increasingly critical and Egypt is facing a fact that it will be one of the world most water-scarce countries.

Facing the increasing water demands that exceed supplies requires a very high efficient level of water management. It also dictates using water of inferior quality provided that measures are made to protect the environment and public health from adverse effects.

The reuse of agricultural drainage water and treated sewage water in irrigation became necessary during the last two decades and this will increase in the future. This policy helps in meeting a substantial part of the irrigation requirements of the existing agriculture and future reclaimed lands.

Pollution from domestic, industrial, and agricultural activities is a great threat to the available usable water. Disposal of wastes into the Nile and water ways is regulated by Law 48 which sets the allowable standards of the disposed effluent. Enforcement of the Low and its standards is still difficult and increasing loads of pollutants are disposed in the fresh water system (Nile, canals, drains). Groundwater also receives pollutants from agricultural lands and cities with poor sewerage facilities. The great challenge for survival is not only to conserve water quantity but also its quality.

## INSTITUTIONAL FRAMEWORK

The water resources planning, management and general distribution at the national, regional, and local levels is under the direct authority of the Ministry of Public Works and Water Resources (MPWWR). Therefore, MPWWR has -inter alia- the following main responsibilities :

- Quantity and quality management of all surface and groundwater.
- Construction, operation, and maintenance of dams, reservoirs, and irrigation and drainage systems.
- Delivery of irrigation water down to farm level and

* Director, Drainage Research Institute.
** President, National Water Research Center.

A better agreement between the finite element and the experimental results can always be obtained by refining the used mesh and implementing a larger number of elements. However, this will be at the expense of the economy of the solution. Furthermore, the finite element method can only be used to examine an element that has already been designed using some other method, and not initiate the design process itself.

It is therefore recommended to rely on non-linear finite element analysis programs of the NLFEA90 family only to visualize the expected stress field for the complicated cases where a clear force flow is not obvious. Extending the finite element outcome to an accurate estimation of complicated element capacities will require a much more sophisticated modelling that may not be an attractive design option. In such cases, simple and straight forward design methodologies such as the strut-and-tie method can give a more reliable lower-bound capacity estimate.

*REFERENCES*

1. *"Egyptian Code of Design and Construction of Reinforced Concrete Structures", Center of Housing, Building, and Urban Development, Cairo, Egypt.*

2. *ACI, "Building Code Requirements for Reinforced Concrete", (ACI-318-95), American Concrete Institute, Detroit, Michigan.*

3. *CEB-FIP Model Code 1990, "Design Code", COMITE EURO - INTERNATIONAL DU BETON, Publisher, Thomas Telford Services Ltd, Telford House, 1 Heron Quay, London 1993.*

4. *Schlaich, J., Schafer, K., and Jennewein, M., "Towards a Consistent Design of Structural Concrete", PCI Journal, Vol. 32, No. 3, May-June, 1987, pp.74-149.*

5. *Marti, P., "Basic Tools of Concrete Beam Design", ACI Journal / January-February 1985.*

6. *Marti, P., "Truss Models in Detailing", Concrete International/ December 1985.*

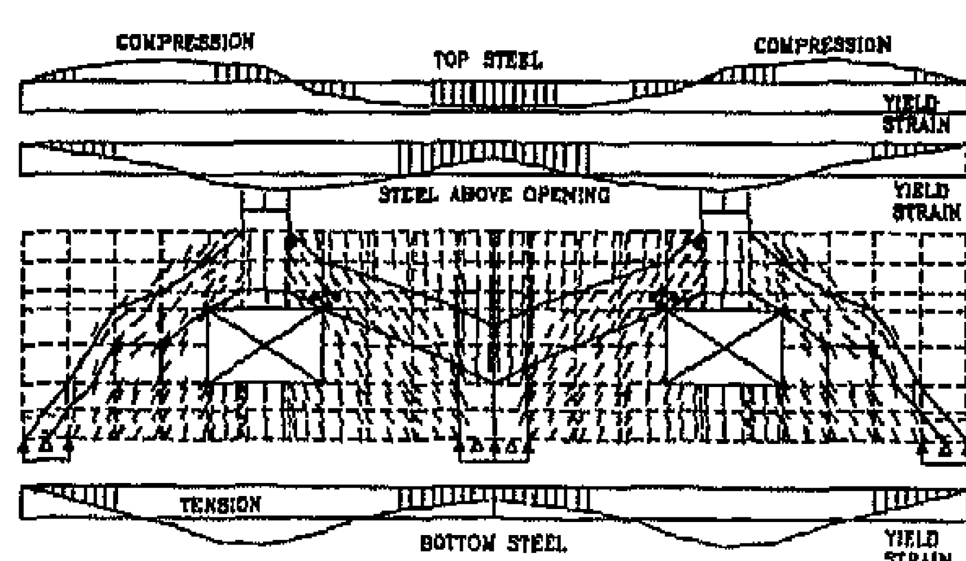
7. *Cook, W.D. and Mitchell, D., "Studies of Disturbed Regions near Discontinuities in Reinforced Concrete Members", ACI Structural Journal, March-April 1988.*

8. *Ali, M.A.M., "Application of Equilibrium Truss Models to Reinforced Concrete Deep Beams with Web Openings", M.Sc. Thesis, Cairo University, 1993.*

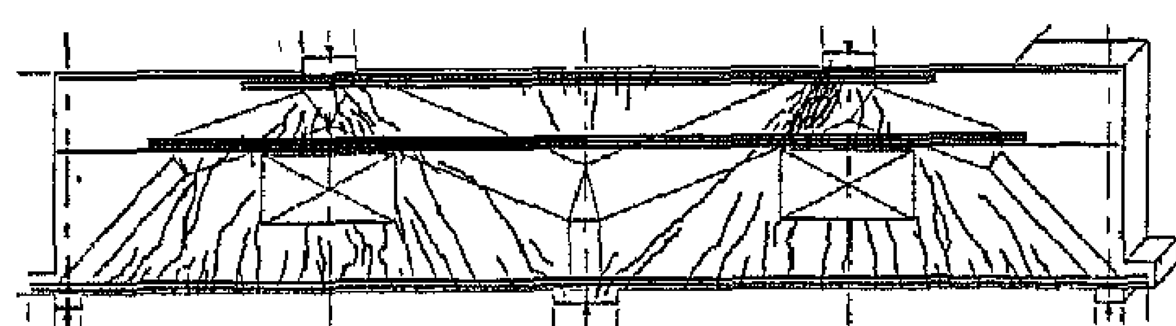
9. *Zaatar, W.A., "Application of Equilibrium Truss Models to Continuous Reinforced Concrete Solid Webbed Deep Beams and with Web Openings", M.Sc. Thesis, Cairo University, 1994.*

10. *Mosalam, K., "Integrated Modular Computer Program for Plane Non-Linear Analysis of Reinforced and Prestressed Concrete Structures", M.Sc. Thesis, Cairo University, 1990.*

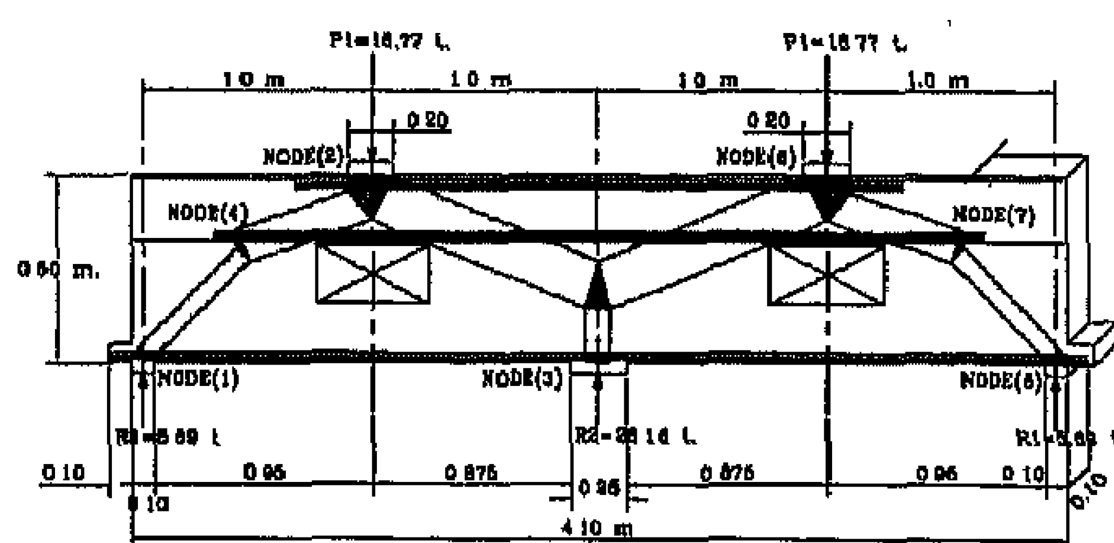
above-opening, and bottom reinforcement exceeded their yield strain. It is interesting to notice that, the steel above the openings yielded (or was close to yield) within the distance between the opening outer edges. This result is consistent with the assumed truss model, where a tension tie (with constant tension force) is assumed at this location. The numerically predicted ultimate capacity of the beam was 39.62 tons, versus an experimentally measured value of 30.2 tons and a truss model design load of 26.4.




(a) NLFEA90 cracking pattern and steel strains at ultimate



(b) Experimental ultimate cracking pattern

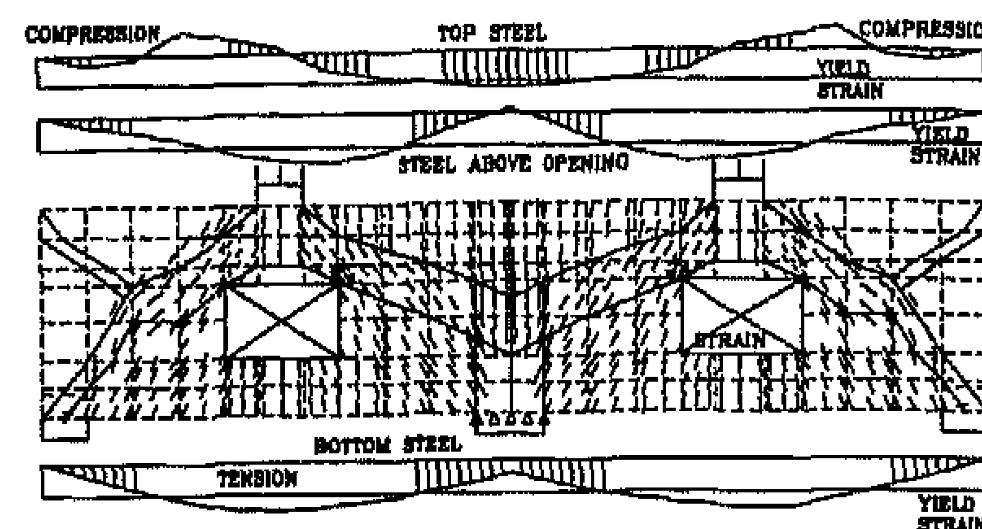



(c) Design truss model

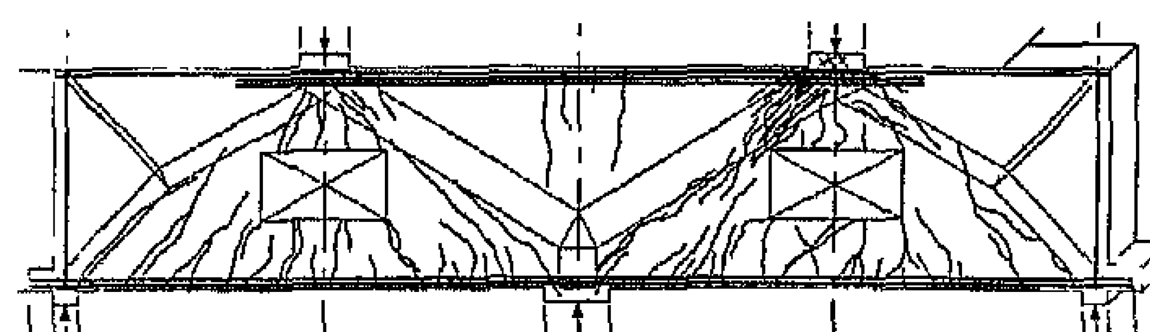
Fig. 8 - Specimen R3 results [9].

## 5.4. Specimen R4

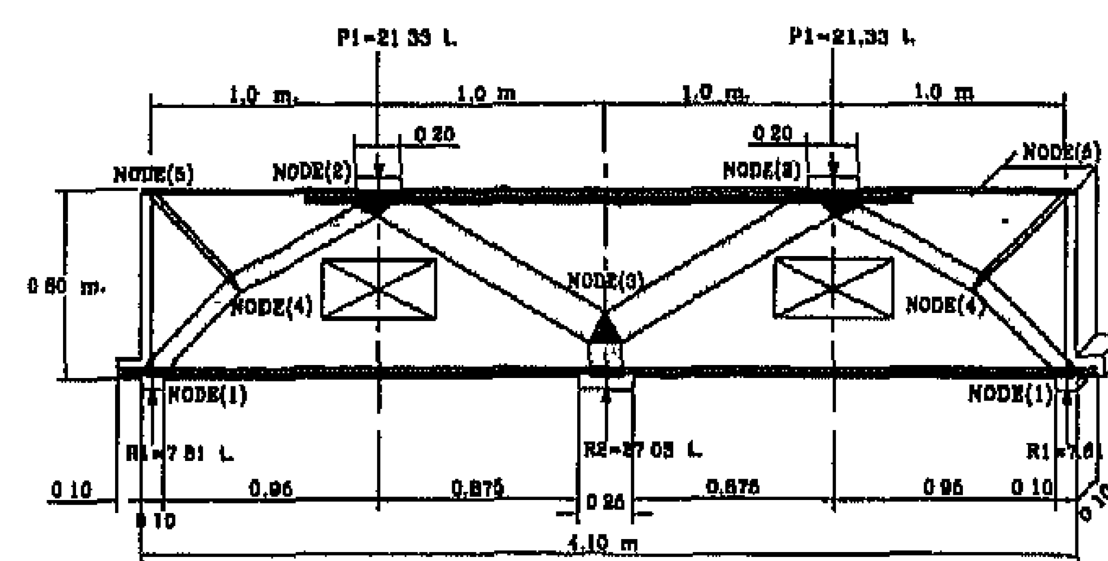
This specimen was geometrically identical to specimen R3, except that a different truss model was assumed for design. Figures 9.a, b, and c show the finite element cracking pattern, the experimentally observed cracking pattern, and the design truss model respectively. The numerically obtained cracking pattern was again consistent with both the experimental one and the assumed truss model. The finite element analysis could also capture the yield of the top, above-opening, and bottom reinforcement. The numerically predicted ultimate capacity of the beam was 30.42 tons, versus an experimentally measured value of 26.1 tons and a truss model design load of 21.33 tons.




(a) NLFEA90 cracking pattern and steel strains at ultimate



(b) Experimental ultimate cracking pattern




(c) Design truss model

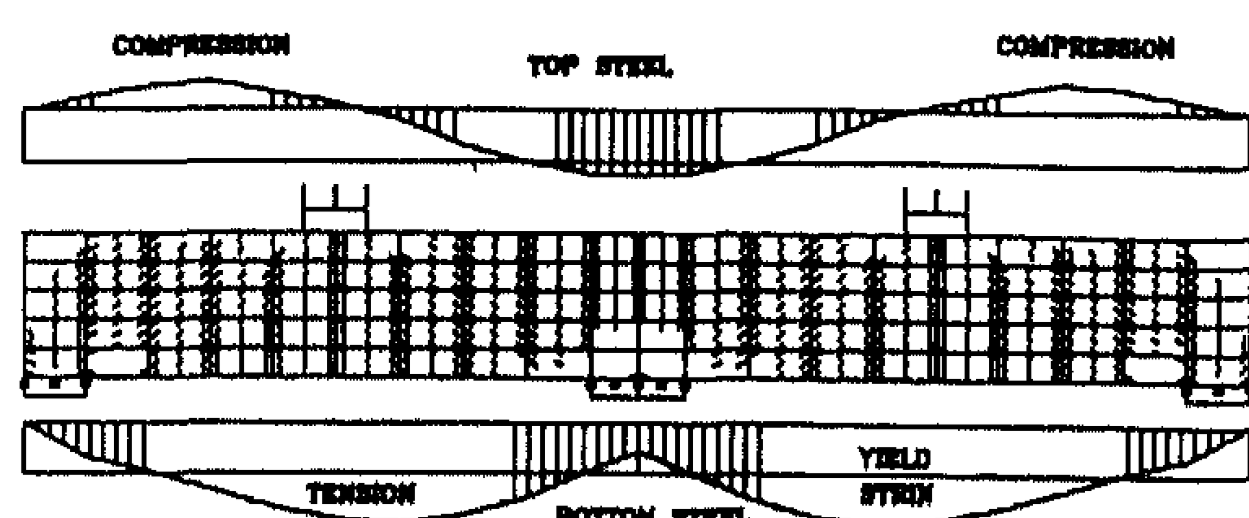
Fig. 9- Specimen R4 results [9].

## 6. SUMMARY AND CONCLUSION

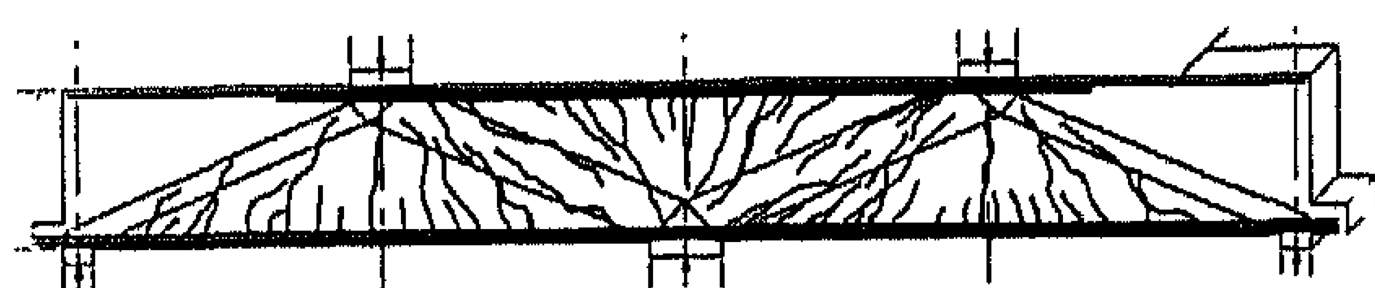
A non-linear finite element analysis was carried out for four simply supported deep beam, and four two-span continuous deep beams previously tested at Cairo University Concrete Reasearch Laboratory. Six of the examined beams had large web openings that intercept that natural force flow from the loading point to the supports. All beams were designed and detailed using the "strut-and-tie" model concept.

Comparing the analytical results to the experimental ones indicates that the behavior of such complicated structural element can be accurately captured using non-linear finite element analysis (program NLFEA90). The obtained cracking patterns and steel strains were consistent with the experimentally recorded results, and also with the assumed strut-and-tie models. However, the finite element analysis consistently over-estimated the failure load of all examined beams, with a maximum discrepancy of 65% in the case of beam R1. On the other hand, the strut-and-tie calculated capacities were consistently lower than the measured one, with a maximum discrepancy of 18.3%.

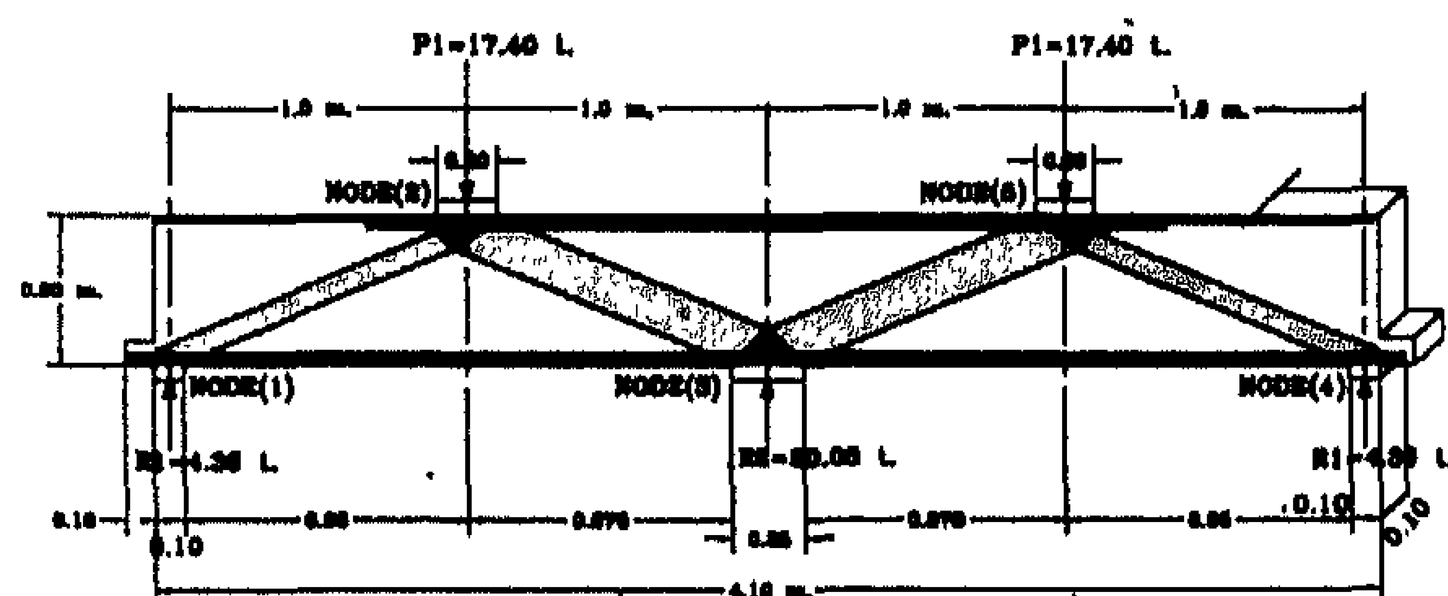
cracks direction. The steel strain distribution (Fig. 6.a) indicates that the bottom reinforcement yielded throughout the entire beam length, while the top reinforcement yielded between the loading points only. This was in agreement with the experimentally recorded strains, and the assumed truss model (Fig. 6.c). The numerically predicted ultimate capacity of the beam was 28.8 tons, versus an experimentally measured value of 17.4 tons and a truss model design load of 14.37.




(a) NLFEA90 cracking pattern and steel strains at ultimate



(b) Experimental ultimate cracking pattern

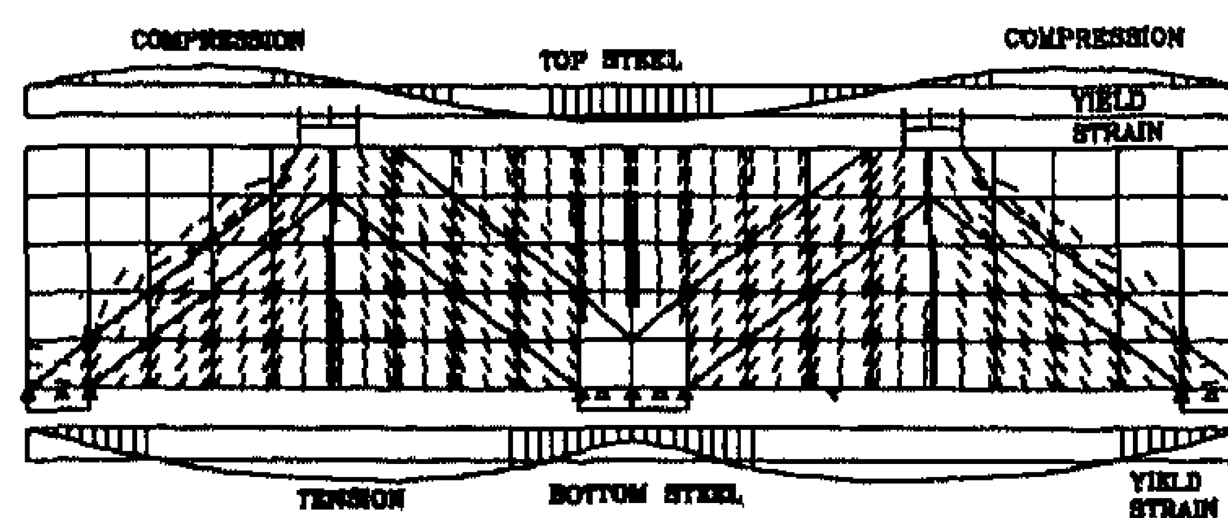



(c) Design truss model

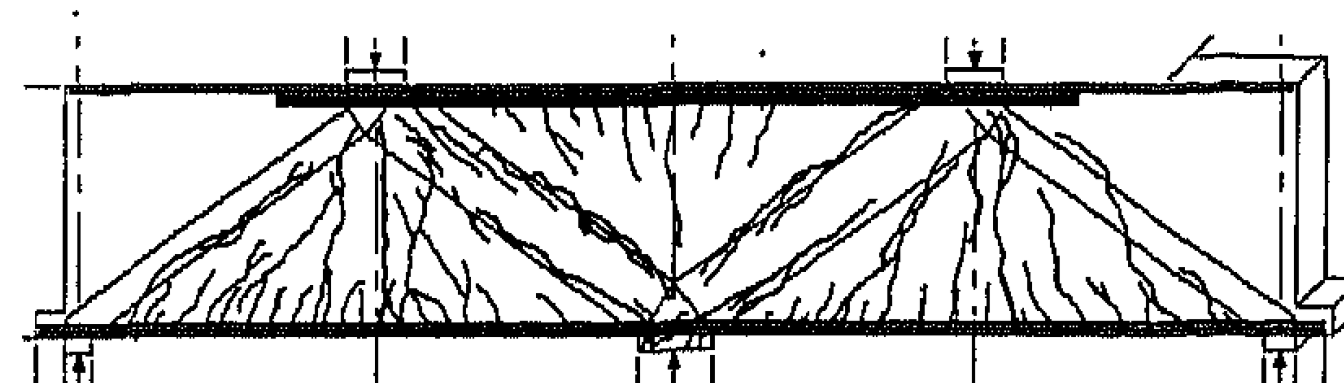
Fig. 6 - Specimen R1 results [9].

## 5.2. Specimen R2

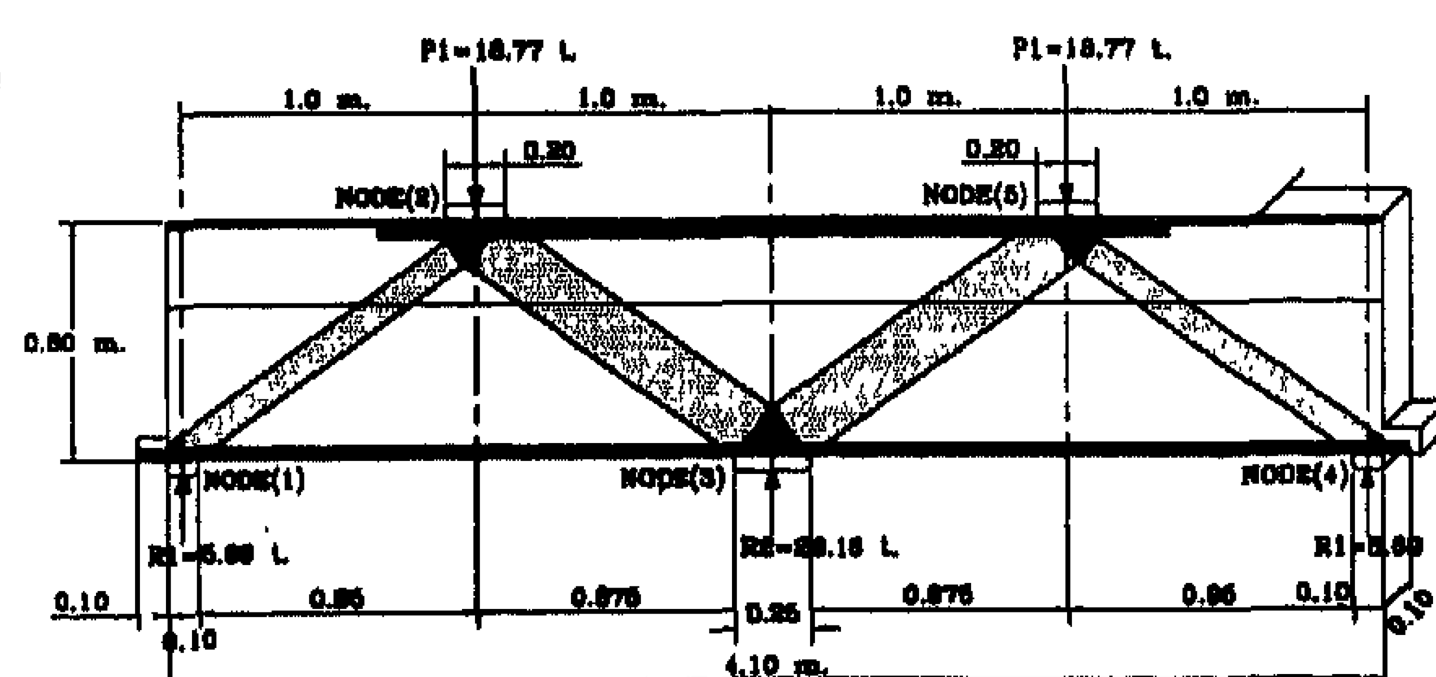
This specimen was a solid web specimen with an L/d ratio of 2.5, and was considered as a reference specimen for specimens R3 and R4 with web openings. Figure 7.a shows the finite element cracking pattern, along with the top and bottom steel strains obtained at ultimate. The experimentally observed cracking pattern is also shown in Fig. 7.b. It can be seen from both figures that the finite element cracking pattern is in good agreement with the experimental one, except for the crack spacing which requires a much more refined mesh that exceeds the program capacity. Figure 6.a also indicates that both top and bottom reinforcement yielded at ultimate. It can be observed that the bottom reinforcement strain exceeded the yield strain almost throughout the entire beam length, while the top reinforcement strain exceeded the yield strain only between the loading points. This result was consistent with experimentally measured strains [9], and the assumed truss model shown in Fig. 7.c. The numerically predicted ultimate capacity of the beam was 32.9 tons, versus an experimentally measured value of 27.0 tons and a truss model design load of 25.05.




(a) NLFEA90 cracking pattern and steel strains at ultimate



(b) Experimental ultimate cracking pattern




(c) Design truss model

Fig. 7 - Specimen R2 results [9].

## 5.3. Specimen R3

This specimen was identical to the previous one, but with a central web opening of 0.5(0.25 meters representing a prototype web opening of 2.0 x 1.0 meters. Figures 8.a, b, and c show the finite element cracking pattern, the experimentally observed cracking pattern, and the design truss model respectively. It can be seen from Fig. 6.c, that a tension tie above the openings was needed to turn the compression force around the opening space to the outside reaction points. The effect of this tension tie was captured by the finite element program, where the cracks were consistently parallel to the assumed struts, even for the highly disturbed region above the opening.

The numerically obtained steel strains are also shown in Fig. 8.a, where it can be seen that the top,

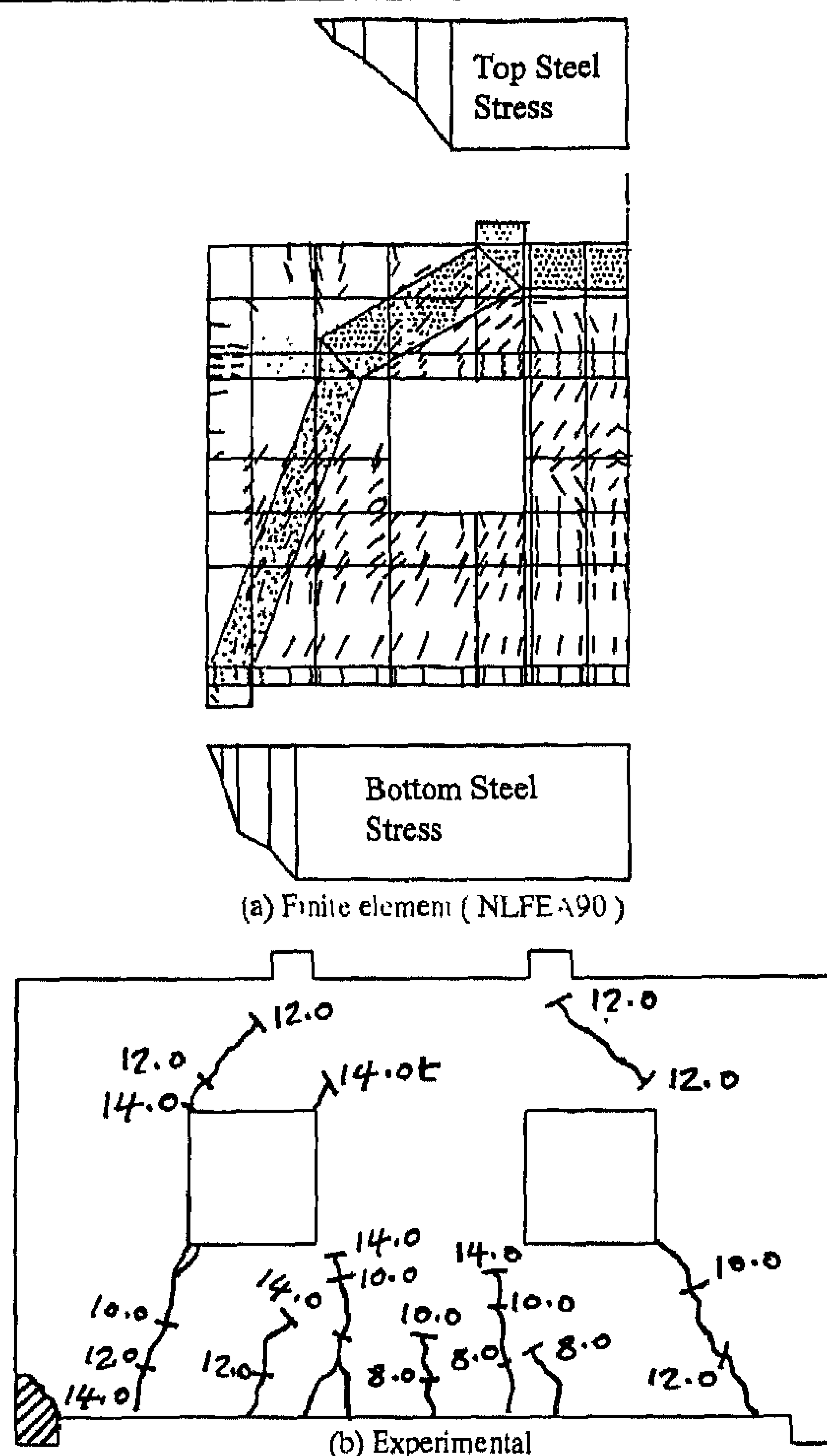



Fig. 4- Specimen T13 ultimate cracking pattern [8].

## 4.4. Specimen CD3

This specimen was designed and detailed according to the Egyptian code ECC-89 [1]. The steel reinforcement that was supposed to go through the opening was concentrated on each side of it as the common practice dictates [8]. The NLFEA predicted ultimate capacity of this specimen was 18.0 ton versus a measured capacity of 14.0 tons.

## 5. CONTINUOUS DEEP BEAMS [9]

In this section, four one - fourth continuous deep beams previously tested to failure at Cairo University Concrete Research Laboratory are analyzed using program NLFEA90. Two of the four beams had solid webs (R1 & R2), while the other two beams contained large web openings that intercept the strut members connecting the loading points to the supports [9]. In this series of tests, in addition to the tension tie reinforcement, the compression struts were reinforced by compression steel and closed stirrups to enhance their efficiency and to prevent premature failure due to initial cracking [9]. The concrete dimensions and reinforcement layout of beams R1, R2, R3, and R4 are given in Figs. 5.a, b, c, respectively.

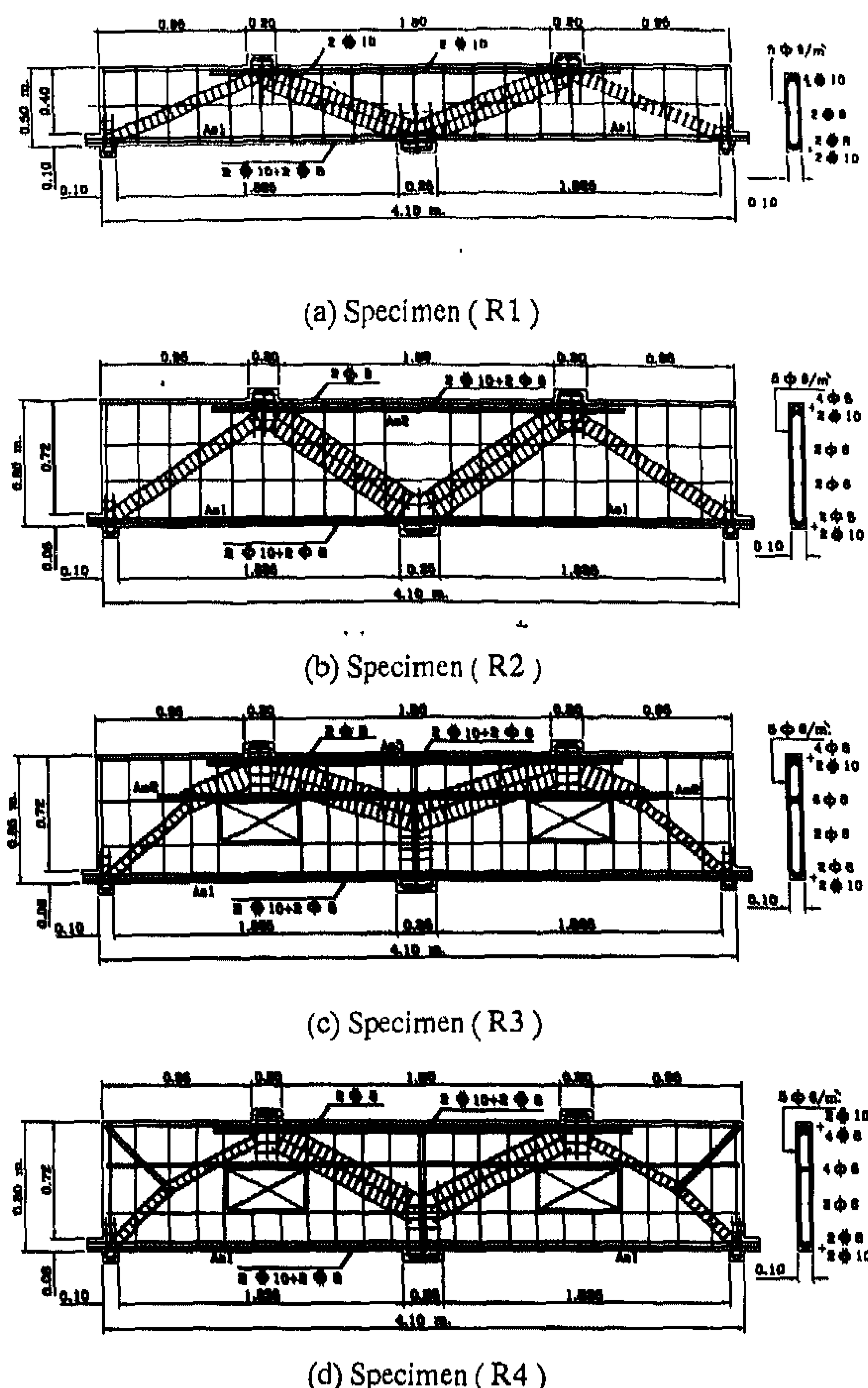


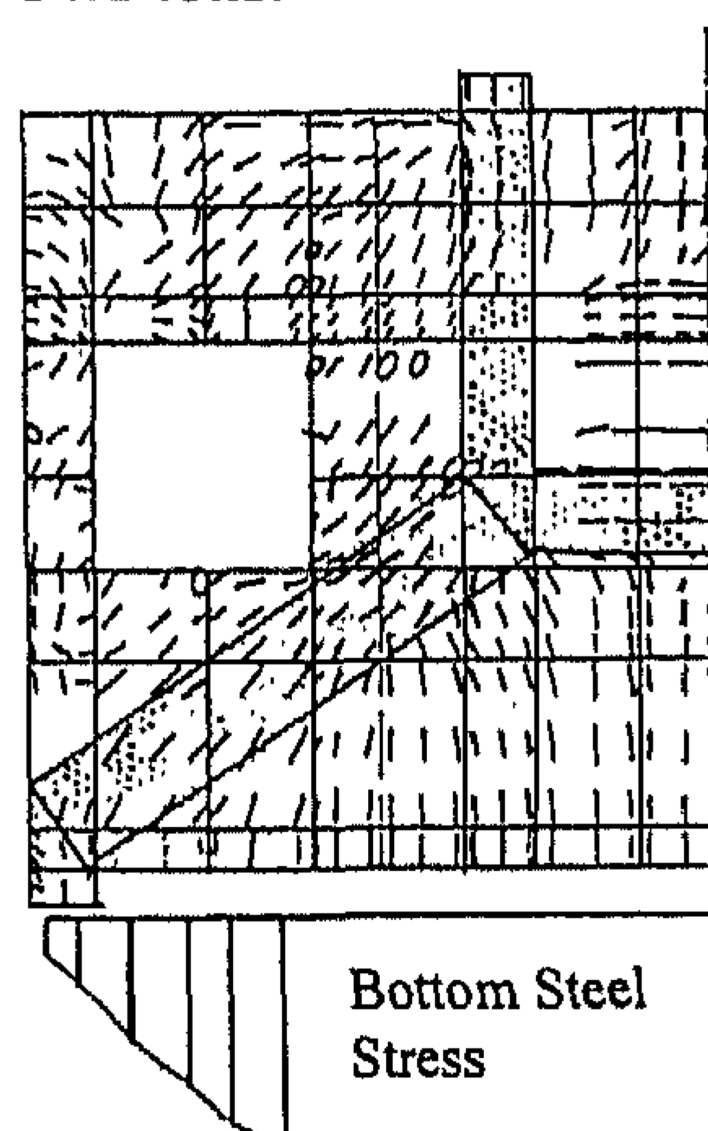

Fig. 5 - Dimensions and reinforcement of analyzed continuous beams.

## 5.1. Specimen R1

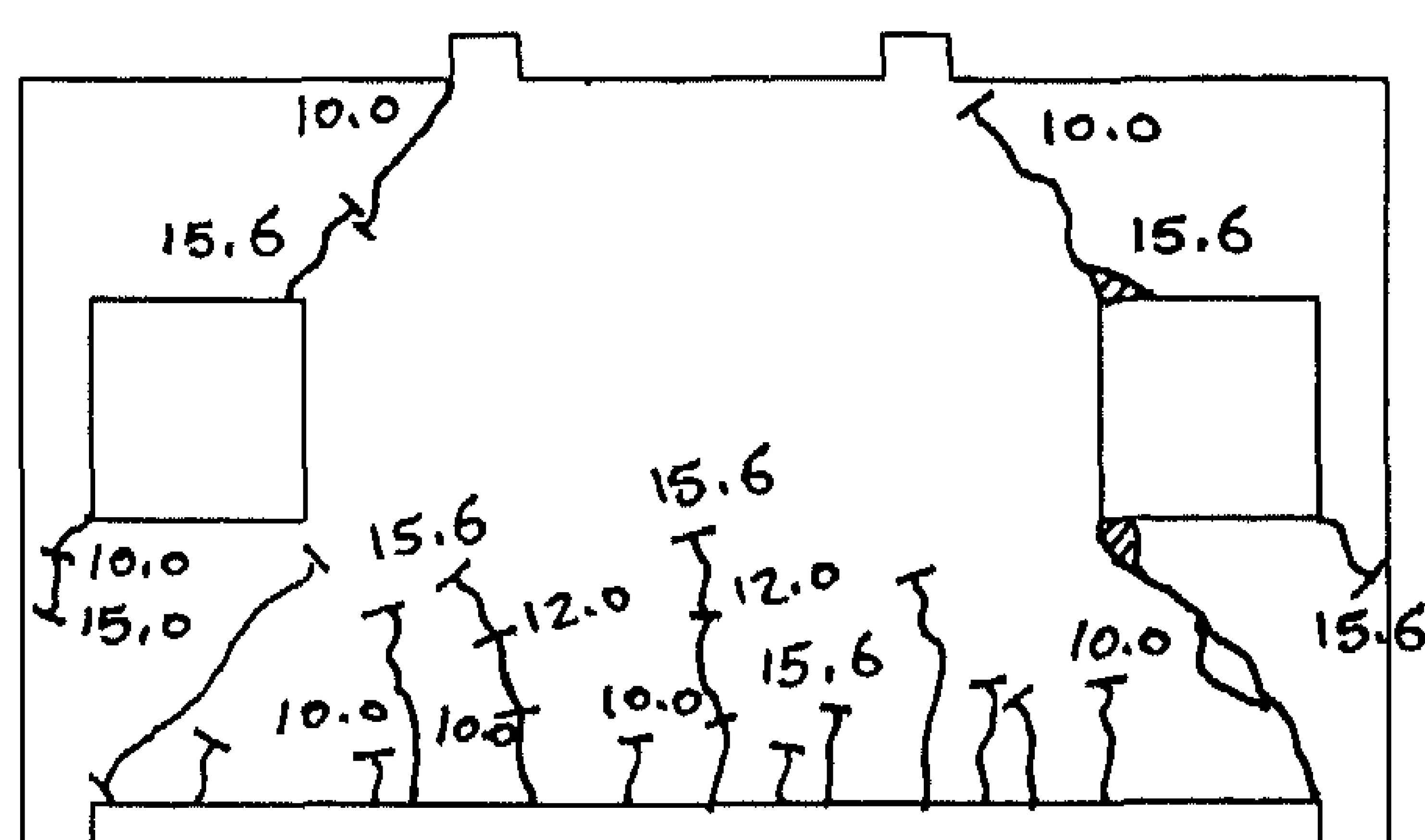
In addition to main reinforcement, this specimen had a minimum mesh reinforcement to control cracking and to maintain its integrity after cracking. The span/depth ratio L/d was equal to 4.0, versus a 2.5 continuous deep beam limit according to ACI-318-95 [2]. Eight node iso-parametric elements with an average aspect ratio of 2 were used to model the concrete elements, while bar (link) elements were used to mode the steel reinforcement. To reduce the required number of elements, the steel elements were directly connected to the concrete elements, ignoring the bond-slip and the dowel action effects.

Figure 6.a shows the finite element cracking pattern, along with the top and bottom steel strains obtained at ultimate. The experimentally observed cracking pattern is also shown in Fig. 6.b. Comparison between the two cracking patterns indicates that the finite element analysis could accurately predict the

the exception of the crack spacing, the numerically obtained cracking pattern was close to the experimentally observed one. Furthermore, the numerical cracking pattern was consistent with the assumed strut-and-tie model (shown by the hatched areas in Fig. 2.a), where cracks were consistently parallel to the compression struts and perpendicular to the tension ties. The tension force in the bottom steel (tension tie) was constant over almost the entire length of the beam span (Fig. 2.a), which is consistent with the assumed truss action. The predicted ultimate capacity of this specimen was 22.5 tons versus an experimental value of 18.0 tons and a truss model design value of 14.1 tons.




(a) Finite element ( NLFEA90 )

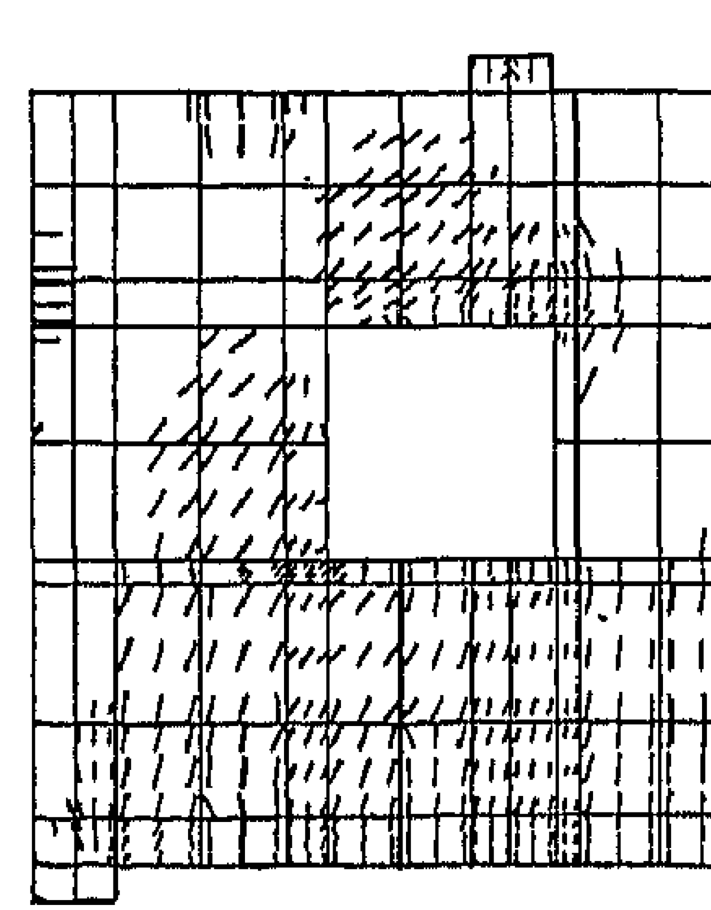



(b) Experimental

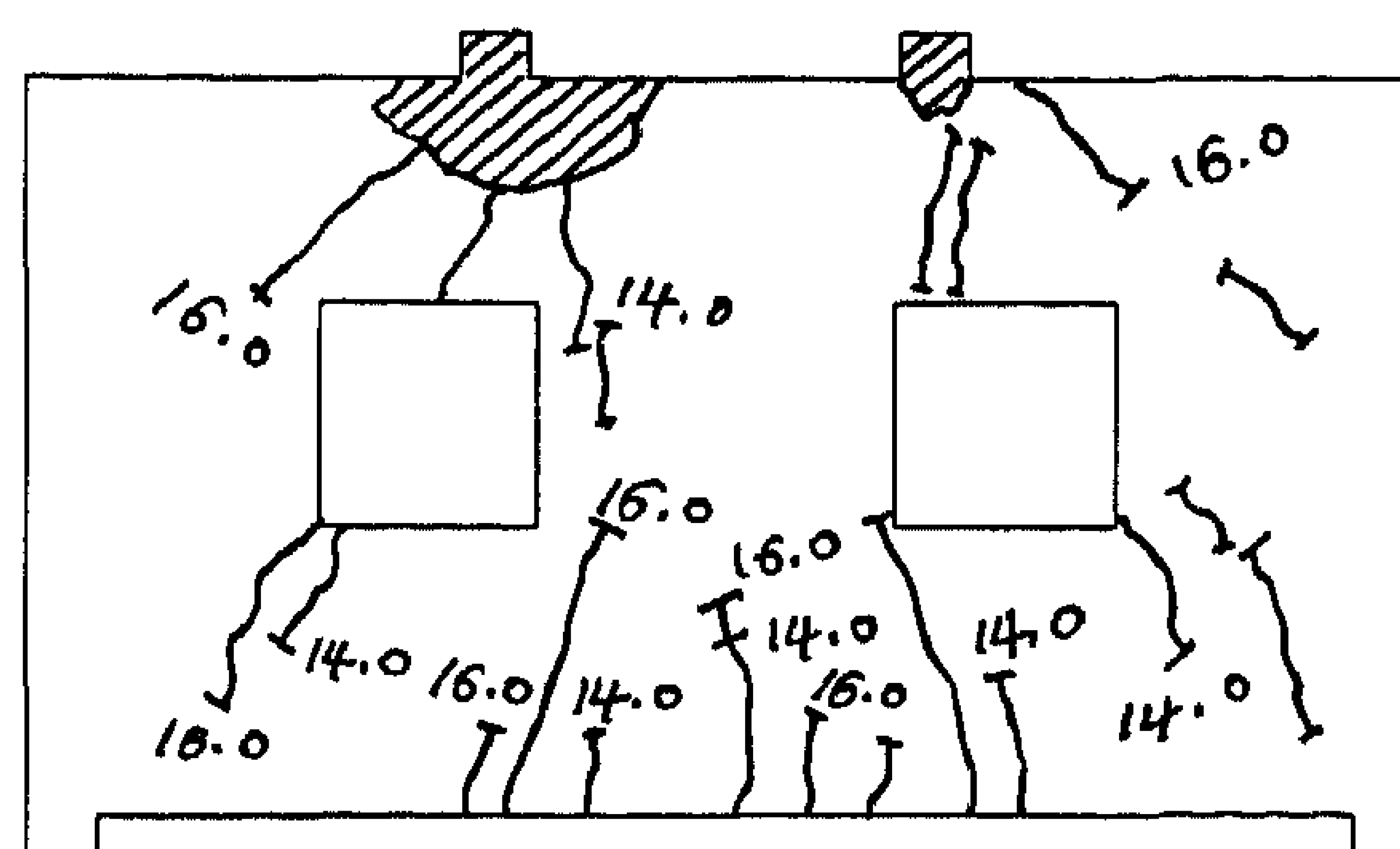
Fig. 2 - Specimen T12 cracking ultimate pattern [8].

### 4.2. Specimen T9

In this specimen, a diagonal tension tie was used to turn the compression force around the openings to the support points (Fig. 3.a). Details of the used truss model can be found in reference [8]. The calculated cracking pattern, along with the observed one at ultimate are shown in Figs. 3. a and b respectively. It can be seen that the two patterns were in good agreement, and consistent with the assumed stress field. The measured ultimate capacity was 22.5 tons, which was accurately predicted by the finite elements analysis. The truss model design value was 20 tons.



(a) Finite element ( NLFEA90 )




(b) Experimental

Fig. 3 - Specimen T9 ultimate cracking pattern [8].

### 4.3. Specimen T13

Specimen T13 had the same geometry as that of the previous specimen, except that a different truss model was assumed. A horizontal tension tie above the openings was utilized to turn the compressive force resultant around the opening instead of a diagonal one [8]. Figures 4.a and 4.b show the numerical and experimental cracking patterns at ultimate respectively, where a good agreement can be observed. The calculated tension force in the two ties, above the opening, and at the bottom of the beam indicates that they both yielded at ultimate (Fig. 3. a). This was again consistent with the experimentally recorded strains. The numerically calculated ultimate capacity of the specimen was 20.0 tons, versus an experimental value of 18.0 tons and a design value of 18.0 tons.

out in references 8, 9, and their comparison to both experimental and truss model results.

The main objectives of the analysis were; (a) to calibrate program (NLFEA90) using a highly non-linear problem by comparing its results to those obtained experimentally, (b) compare the results of one of the most sophisticated finite element programs (NLFEA90) to that of the hand-calculated strut-and-tie models, and (c) to examine the possibility of implementing non-linear finite element analysis as a preliminary design tool, especially for the cases where a clear force path is not obvious.

## 3. PROGRAM NLFEA90

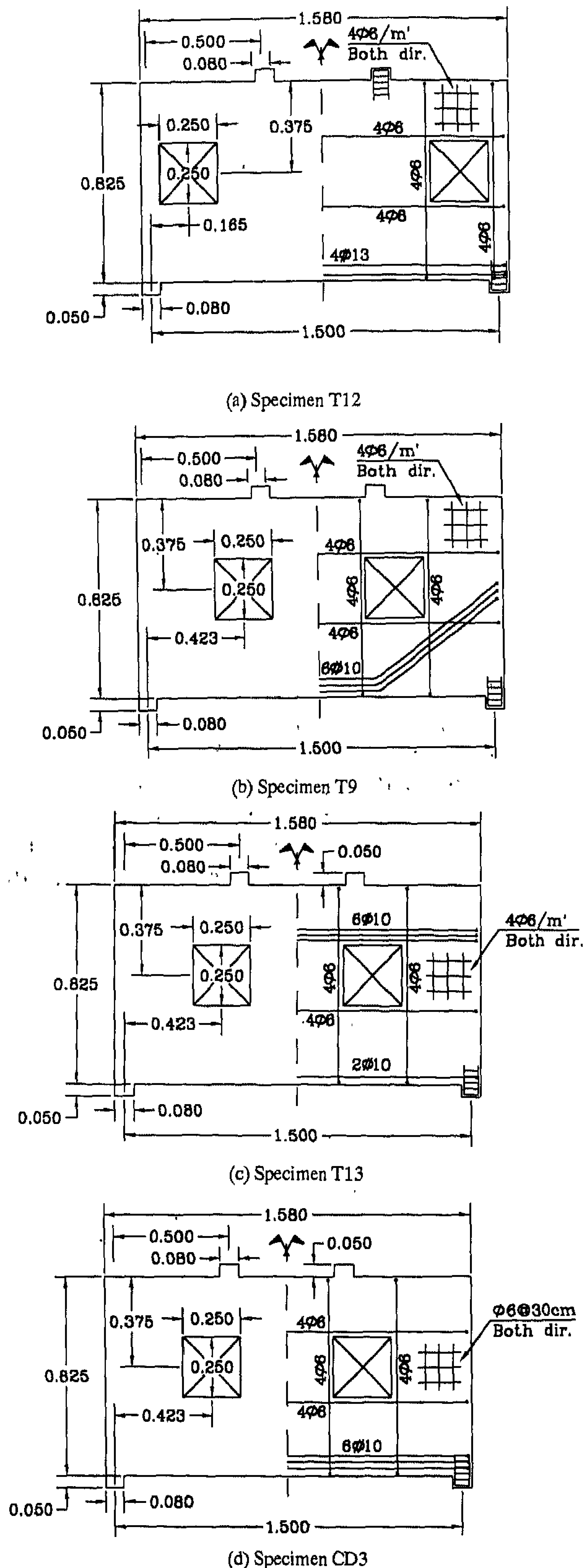
The Non-Linear Finite Element Analysis program (NLFEA90) used in the current paper was developed at Cairo University for the analysis of reinforced and prestressed concrete members. The program uses an eight-node iso-parametric element for the simulation of concrete elements and link (truss) members for the steel elements. Steel and concrete elements are interconnected at the nodal points by spring elements representing bond-slip and dowel action. The program accounts for; (a) bi-axial failure surface of concrete, (b) non-linear stress-strain curve of steel (not including strain-hardening), (c) concrete cracking, and (d) bond-slip and dowel action of the reinforcing bars. Detailed information regarding program NLFEA90, including material models, failure criteria, and rate of convergence, can be found in reference [10].

## 4. SIMPLY SUPPORTED DEEP BEAMS [8]

Four one-fourth scale simply supported deep beams with different web openings were tested at Cairo University Concrete Research Laboratory. Each beam was designed and detailed using equilibrium truss model approach, where a certain truss model was assumed and the required steel reinforcement was evaluated and placed accordingly [8]. The general layout and reinforcement details of beams T12, T9, T13, and CD3 are shown in figures 1.a, b, c, and d respectively, where it can be seen that the main variable in this series of tests was the opening location. The opening locations were intentionally selected as to intercept the natural force flow from the loading points to the end supports, thus forcing the compression field to turn around the opening according to the design (or a certain) truss model.

### 4.1. Specimen T12

Figures 2.a and 2.b represent the finite element and the experimentally observed ultimate cracking patterns for specimen T12 respectively. It can be seen that, with




(a) Specimen T12

(b) Specimen T9

(c) Specimen T13

(d) Specimen CD3

Fig. 1 - Dimension and reinforcement of analyzed simply supported beams [8].

# NON-LINEAR FINITE ELEMENT ANALYSIS OF REINFORCED CONCRETE DEEP BEAMS WITH WEB OPENINGS

By
Wael A. Zaatar[1], Mohamed A. Ali[2], and Adel G. EL-Attar[3]

## 1. ABSTRACT

The non-linear finite element program NLFEA90 is used to analyze 4 simply supported deep beams and 4 continuous deep beams with web openings. The analyzed beams were previously tested at Cairo University Concrete Research Laboratory as a part of a comprehensive research effort on the application of equilibrium truss (strut-and-tie) models to the design of reinforced concrete deep beams with and without web openings. The used program, which was developed at Cairo University, takes into account the material non-linearity of both concrete and steel, bond slip behavior, concrete cracking, tension stiffening of concrete, and concrete crushing.

Comparison with experimental results indicated that the program could predict, with sufficient accuracy, both the ultimate stress field and cracking pattern, but consistently over-estimated the ultimate beam capacity. The discrepancy was attributed to the limited number of elements allowed by the program that could not capture the highly disturbed stress fields, especially at the regions of stress concentration such as the opening corners, and end anchorage.

Comparing the finite element ultimate capacities to those calculated using strut-and-tie models showed that a safe (lower bound) estimate of the beam capacity can always be obtained using the strut-and-tie models. It was concluded that this category of programs can efficiently be used to explore the ultimate stress distribution and to provide a basis for realistic strut-and-tie models, especially for the complicated cases where simple models are not obvious. It was also recommended not to rely on complicated finite element analysis, unless a sufficient number of elements can facilitate a refined finite element modelling

## 2. INTRODUCTION

Reinforced concrete deep beams are common structural elements that are usually found as transfer girders in tall buildings, walls of rectangular tanks, and bridge cross diaphragms. According to the ACI-318-95 code [2], deep beams are defined as beams with span/depth ratio (ln/h) less or equal to 5 for simply supported beams and 2.5 for continuous beams. In both cases, if the shear span of the beam (a) is less or equal to twice its depth, it can also be treated as a deep beam [2].

According to available codes, the design of reinforced concrete deep beams is carried out by; (a) determining the beam breadth to satisfy some shear and stability criteria, (b) calculating the required flexural reinforcement using semi-empirical formulas for the tension/compression lever arm, and (c) calculating the vertical and horizontal web reinforcement using some empirical formulas [1,2,3]. This design methodology, although based on strong experimental evidence, does not provide the designer with any guidelines when the beam contains large web openings, a case that is usually found when service ducts, piping openings, and access holes are required. In such situations, the designer has to rely on some "past experience" or "good practice" approaches, which in many cases may lead to unsafe designs [4]. A rational design approach is indeed needed to address these critical structural elements [4,5,6,7].

The application of plastic models, manifested in the so called "Truss" or "Strut-and-Tie" models, to reinforced concrete deep beams with large web openings has been the subject of a comprehensive research effort at the Concrete Research Laboratory of Cairo University [8,9]. Experimental results of both simply supported and continuous "truss model designed" deep beams were compared to those of the assumed trusses (stress fields), and to that of non-linear finite element analysis [ 8, 9 ]. The current paper introduces the results of the non-linear finite element analysis carried

1. Graduate student, Civil Engineering Dept. Saitama University, Saitama, Japan.
2. Graduate student, Civil and Environmental Engineering Dept., Cornell University, U.S.A.
3. Assistant Professor, Structural Engineering Dept., Cairo University, Giza, Egypt.

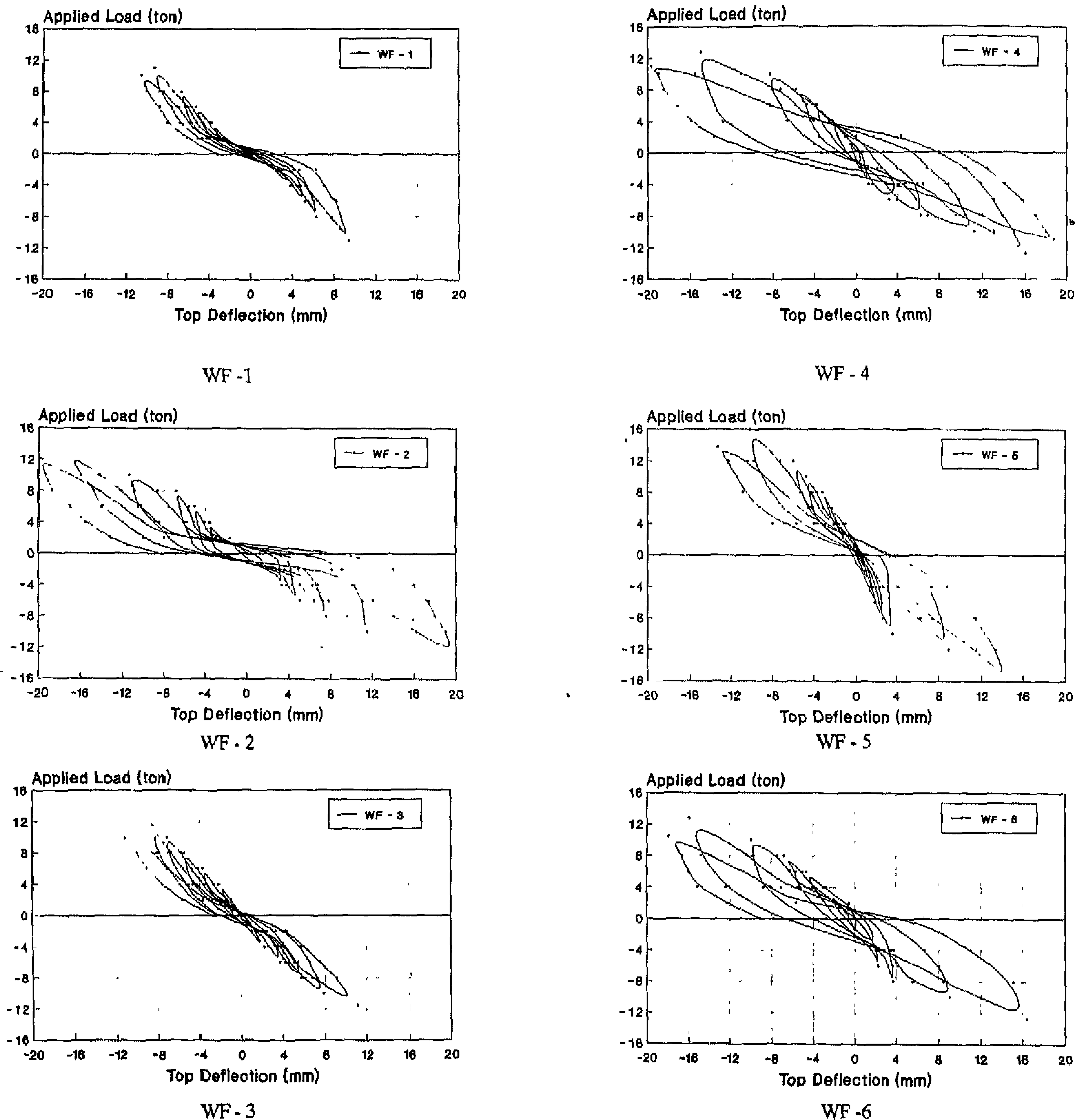



Fig. 6 - Load displacement hysteresis for the walls

## *REFERENCES*

1. *American Concrete Institute "Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary", ACI318-95/ 318R-95, 1995.*

2. *Barda F. "Shear Strength of Low-Rise Walls with Boundary Elements", Ph.D. Dissertation, Lehigh University, 1972.*

3. *Hsu T.T.C. and Mau S.T. "Softening of Concrete Low-Rise Shear Walls", ACI Struct. Jour. 82(6), 1985, 883-889.*

4. *Mau S.T. and Hsu T.T.C. "Shear Design and Analysis of Low-Rise Structural Walls", ACI Struct. Jour. 83(2), 1986, 306-315.*

5. *Mo Y.L. "Analysis and Design of Low-Rise Structural Walls Under Dynamically Applied Shear Forces", ACI Struct. Jour. 85(2), 1988, 180-189.*

6. *Paulay T. and Priestley M.J.N. "Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings", 1991, 744 pp.*

7. *Paulay T., Priestley M.J.N. and Synge A.J. "Ductility in Earthquake Resisting Squat Shear Walls", ACI Struct. Jour. 79(4), 1982, 257-269.*

In general, the stiffness during positive loading was about the same or higher than that during negative loading. This indicates that cracking resulting from positive loading did not necessarily weaken the wall during negative loading. The improvement response of wall WF-4, where diagonal reinforcement was provided, is observed from the large area enclosed by the loops which indicate the improved energy dissipation properties of the wall. From both table(2) and fig.(6) it can be seen that the diagonally reinforced wall(WF-4) dissipated energy of about one and half to four times the energy of walls without diagonal reinforcement (WF-1, WF-2 and WF-3). This reflects the beneficial effect of having diagonal reinforcement crossing the open base cracks. It was observed also that the diagonal bars reduced sliding shear displacement. In addition, the increase of the edge column width(WF-6) increased the energy by about 10% more than that when increasing the vertical reinforcement(WF-2).

Table 2- Strength properties of test specimens

| Specimen No. | $V_{CR}$ (ton) | $V_U$ (ton) | $V_U/V_{TH}$ | $\delta/H$ % | $E_W/E_1$ |
|---|---|---|---|---|---|
| WF - 1 | 4.0 | 11.00 | 1.128 | 1.32 | 1.00 |
| WF - 2 | 6.0 | 12.75 | 1.083 | 2.50 | 3.60 |
| WF - 3 | 4.5 | 11.5 | 1.171 | 1.40 | 1.36 |
| WF - 4 | 6.0 | 12.75 | 1.056 | 2.46 | 4.88 |
| WF - 5 | 8.0 | 16.00 | 1.048 | 2.43 | 2.63 |
| WF - 6 | 6.5 | 12.75 | 0.918 | 2.23 | 3.95 |

### Strains in Flexural Reinforcement

Measurements indicated that the strain distribution in vertical bars at base was reasonably linear at low load levels. The strains were largest in the bars closest to the applied load. At intermediate levels, the strains were fairly uniform along the length of the wall while at higher levels, the strains in the bars closest to the applied load were higher than those farthest from it. The results of tests indicated that the different amounts of vertical reinforcement significantly affect the behavior of low rise shear walls. Strains in the horizontal reinforcement were higher in bars closest to the applied load than those farthest from the load. It was noticed that in general the strains in the horizontal reinforcement were lower than the strains in the vertical bars. This indicates that the horizontal reinforcement is not as effective as the vertical reinforcement. As the ratio of vertical steel increased, the strains in the vertical bars were about the same as that in the horizontal bars.

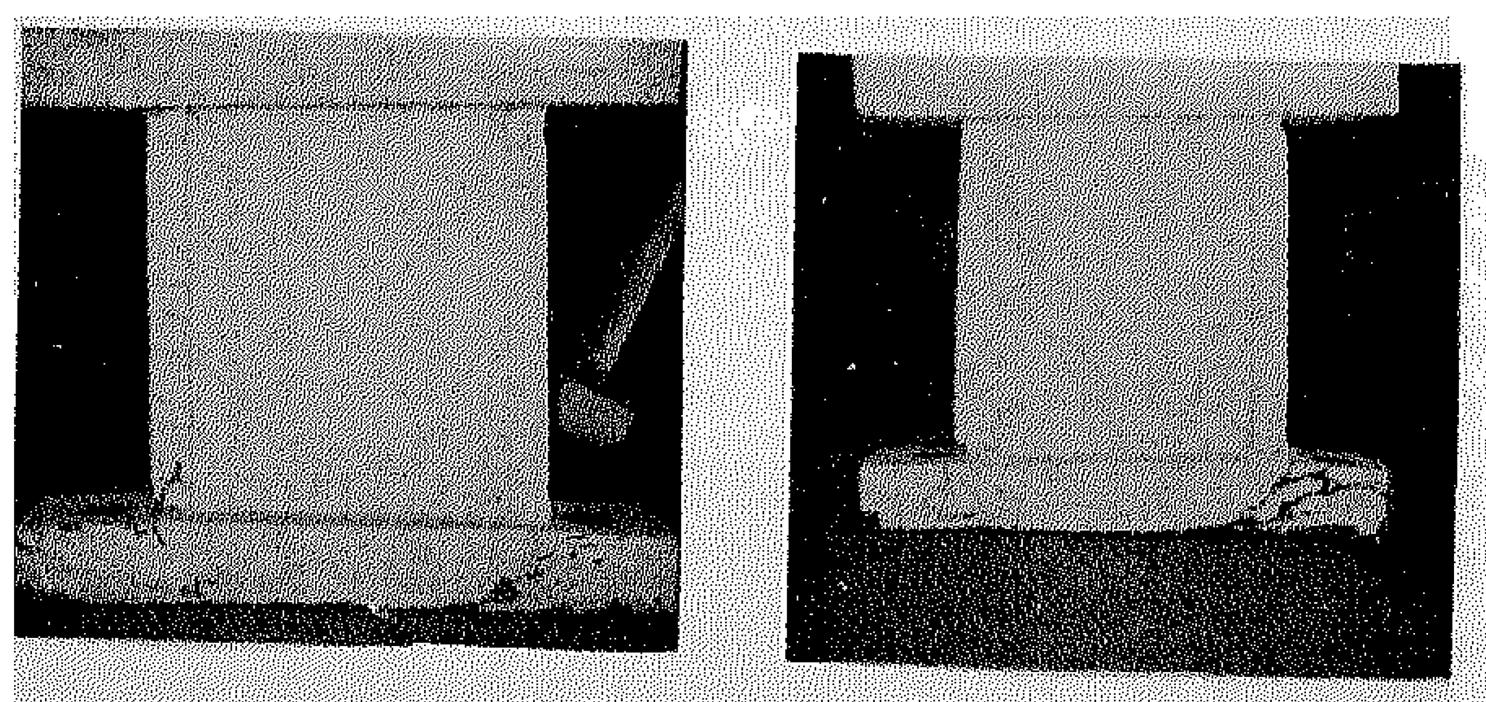
As the H/L ratio decreased the strains in the horizontal reinforcement were very small which indicates that these bars are not effective in contributing to the shear strength. However, the efficient contribution of the diagonal bars was verified by strain measurement. It was found that tensile and compression yielding developed up to the wall mid height and at the wall base, respectively.

### CONCLUSION

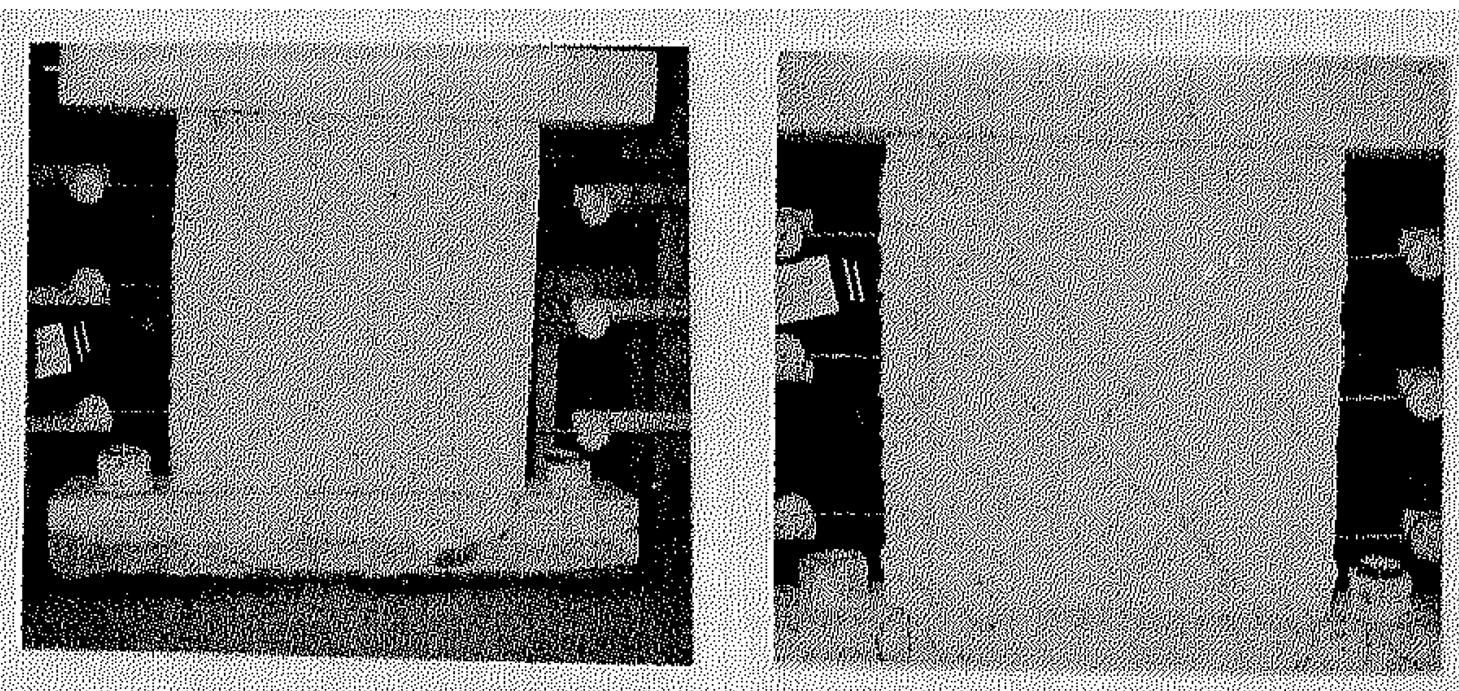
Test results on six specimens representing reinforced concrete low-rise shear walls with boundary elements subjected to a lateral reversed cyclic load are presented. Within the scope of this investigation, the following conclusions can be drawn:

1. The presence of boundary columns at wall edges helped in producing a ductile response for the walls with H/L less than 1.0. In addition, the increase of the edge column width increased the energy by about 10% more than that when increasing the vertical reinforcement.
2. The variation of vertical reinforcement significantly affects the response of low rise shear walls, while the horizontal reinforcement does not improve the hysteretic response. However, it was apparently very effective in maintaining an even crack distribution and in controlling the width of the cracks.
3. Improved response was observed in walls having crossed diagonal reinforcement in two directions with area of about 23% of the horizontal steel in each direction. Significant energy dissipation was noticed for walls with diagonal reinforcement.
4. Finally, the test program studied only a very limited range of variables and therefore, additional extensive work is needed to achieve a single consistent and simple approach in the design and analysis of such important structural members.

directions with inclination of about 40 degrees. At ultimate load, horizontal cracking in the left part of the web spread toward the right. There was no distress observed at the junction of the web and the top beam. The lower corners of the web near the boundary columns were not badly damaged. For WF-2, a distress at the junction of the bottom base with the wall was observed. The distress was characterized by the development of short inclined cracks at the web of the wall near the edge columns, while the remainder of the wall was virtually uncracked. Subsequently, inclined cracking extended into the base of the wall in the side of the applied load.



WF-1 WF-2



WF-3 WF-4



WF-5 WF-6

Fig. 4 - Crack pattern of the tested walls

During the test of wall WF-3, horizontal reinforcement was apparently very effective in maintaining an even crack distribution and in controlling the width of the cracks. Much improved response was observed in wall WF-4 which has diagonal reinforcement. A small base crack occurred at the tension end of the wall. Two small shear cracks formed in the tension toe region and a shear crack along the diagonal reinforcing had formed. Similar behavior was observed when loading in the opposite direction. Near the column edges, the base cracks were not as wide, as the diagonal reinforcement tended to spread the flexural cracking. However, for wall WF-5 which has the smallest H/L ratio, shear cracking occurred in the center portion of the wall web. It consisted of one long crack extending from the top beam to the base at an angle of 37 degrees. A number of tension cracks were also observed in the bottom base. The crack widths for this specimen were larger than those for the other specimens. This is due to the larger applied moment. Specimen WF - 6 which has a greater width for the edge column, exhibited the same behavior as that for wall WF-1.

**Load Deflection Hysteresis**

The response of test walls to the impoload cycles is best described by the load deflection relationship. Figures (5, 6) show the envelope of the load deflection hysteresis loops and the individual loops for all tested walls. All walls exhibited considerable ductility and experienced a reduction in both the shear strength and the stiffness. The value of the top deflection to the wall height($\delta$ / h) is listed in table(2). This value ranged from 0.0132 for WF-1 to 0.025 for WF-2. The values indicated the ineffectiveness of the horizontal reinforcement on the wall response. Also, the presence of edge column and concentration of vertical steel at wall edges helped in producing a ductile response for the shortest wall WF-5.

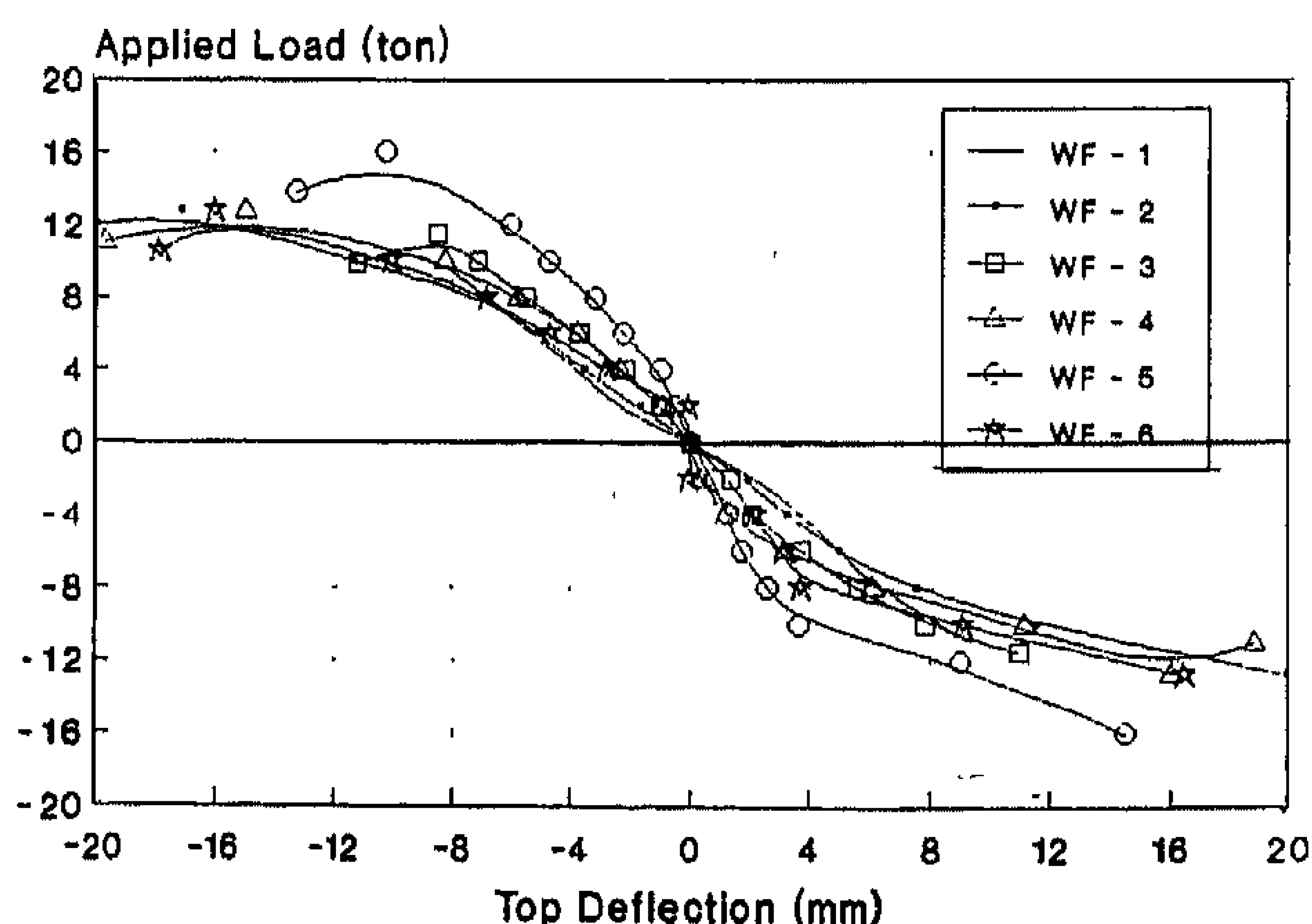



Fig. 5 - Load displacement envelopes for the walls

yield stresses of the used ϕ6 bars and all other bars were 3795 kg/cm$^2$ and 2991 kg/cm$^2$, respectively. The flexural reinforcement of the wall was bent into the top beam and in the base in order to provide adequate anchorage

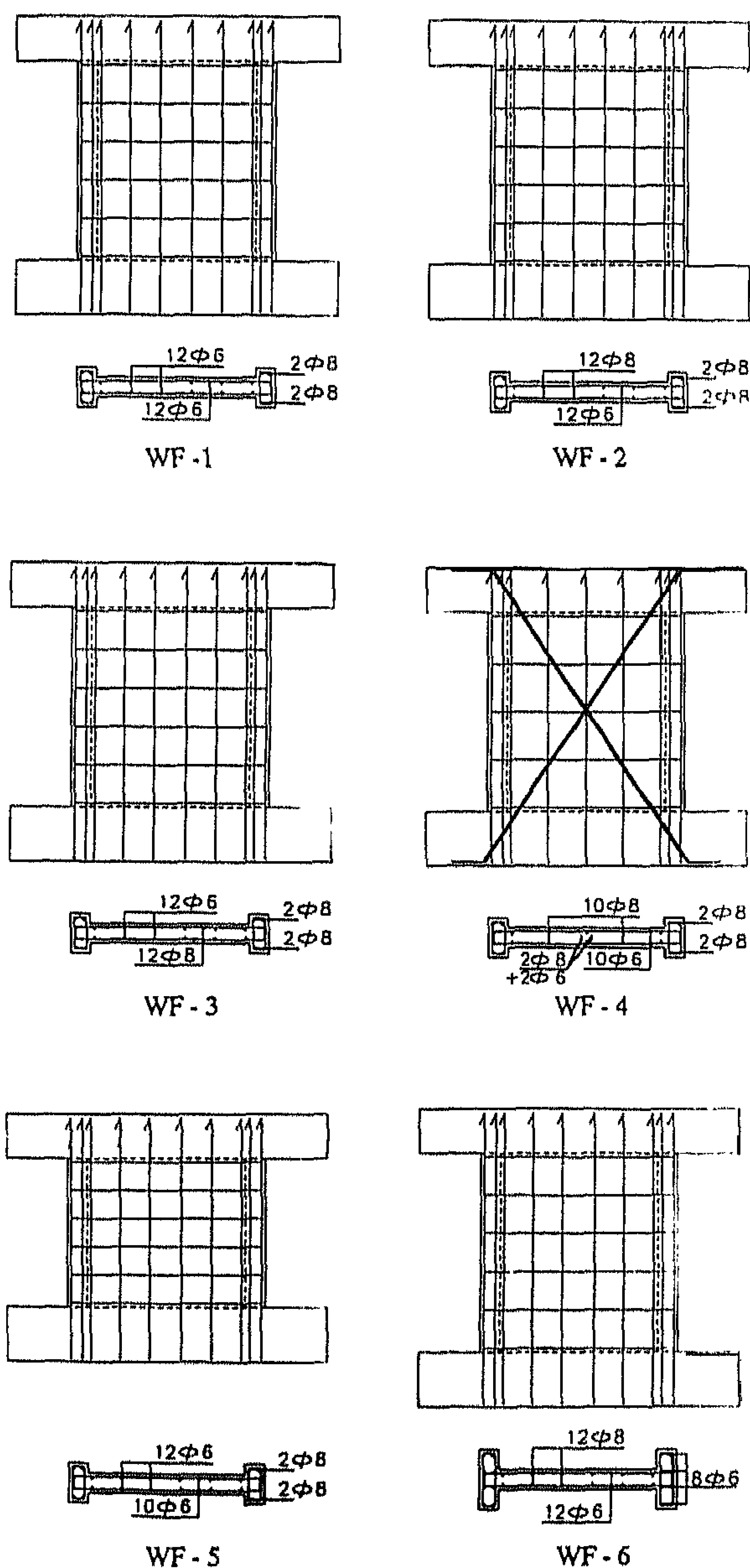
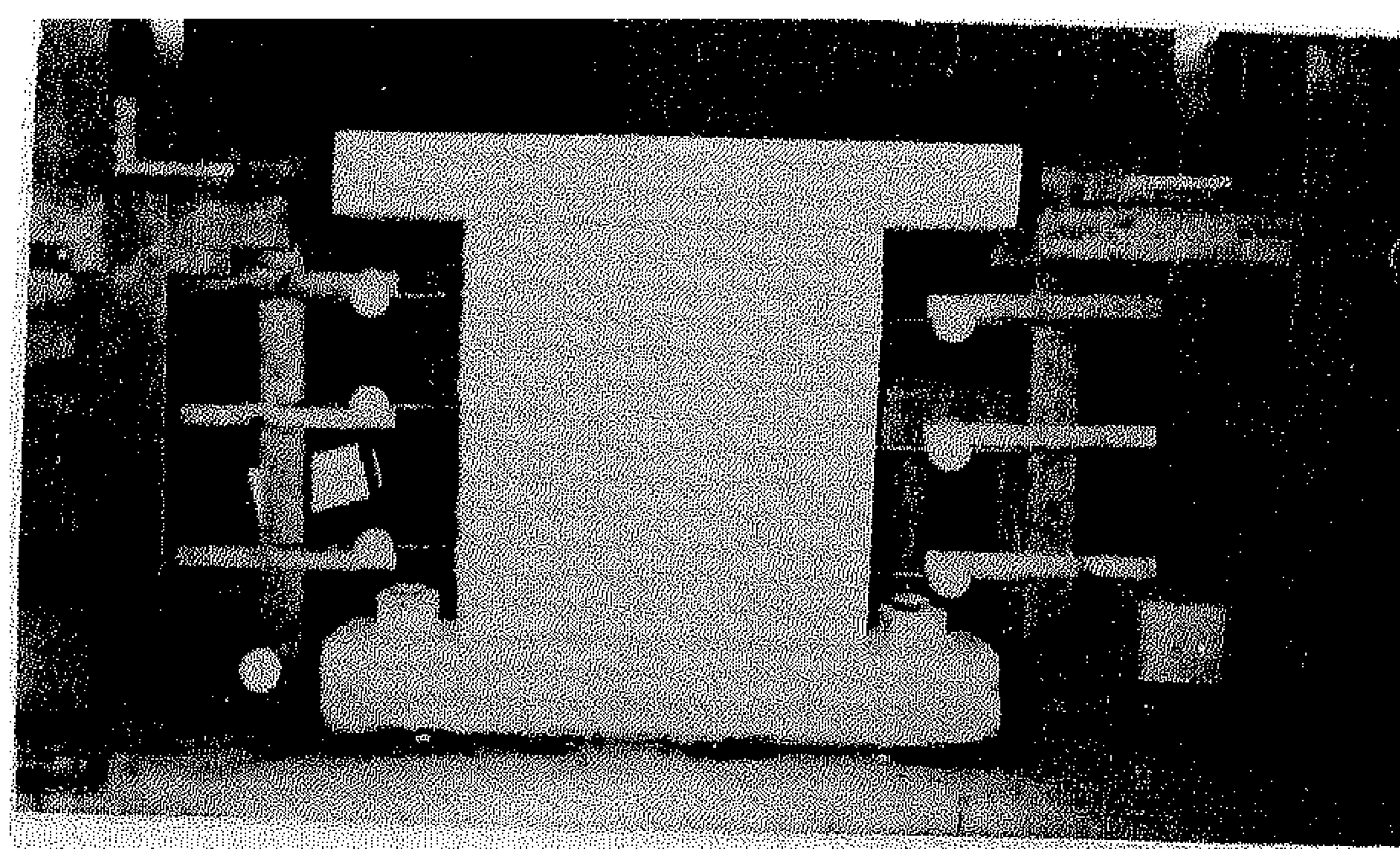


Fig. 1 - Reinforcement details of the tested walls

In preparation for testing, the specimens were painted with a white undercoat to make cracks more visible during testing. Also, a cement and sand grout pad of about 1.5 cm thick was used to level the specimens on the laboratory floor. A photograph of the arrangement of test equipment is shown in fig.(2). Loading was applied to the top beam by means of two alternatively 30 ton hydraulic jacks to the right and to the left of the wall and it was controlled by a load cell of 30 ton capacity placed between the jack and the side of the wall top beam.The loading was applied incrementally with a constant rate as can be seen in fig.(3). After each increment, the load was kept constant to allow the wall stabilize, then strains, deflections and crack pattern were recorded. Strain measurements were recorded by electrical gauges placed on selected reinforcing steel bars. The horizontal deflection of the wall was measured by two sets of dial gauges with accuracy of 0.01 mm positioned at locations shown in fig.(2). Also, additional three dial gauges were used; one positioned at the top beam and the other two at the base of the wall to measure the base sliding.


Fig. 2 - Test specimen and loading setup

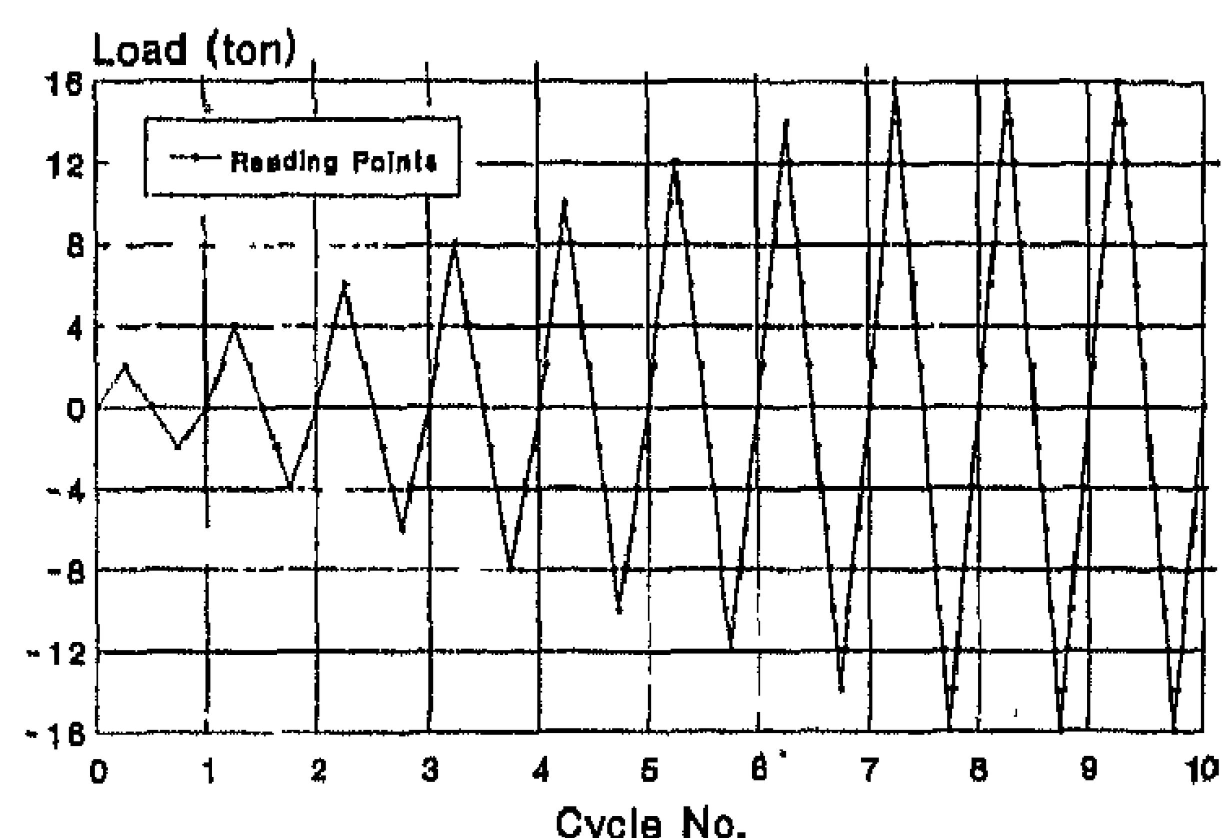


Fig. 3 - Loading sequence for walls

## DISCUSSION OF TEST RESULTS

### Crack Pattern and Ultimate Capacity

Table(2) lists the cracking load and the ultimate capacity of the different walls. Also, the ratio of the experimental maximum shear force to the theoretical one calculated based on the ultimate strength design method[1]. Figure (4) shows the crack pattern for the different walls. First, a short diagonal crack occurred near the lower corner of the wall web on the applied load side. As the load increased, additional diagonal cracks had occurred over the entire wall in both

# CYCLIC BEHAVIOR OF R. C. LOW-RISE SHEAR WALLS WITH BOUNDARY ELEMENTS

By
Akram M. Torkey*

## ABSTRACT

Reinforced concrete walls are frequently used to provide lateral stiffness for buildings and to keep lateral drift within reasonable limits by resisting horizontal forces in the plan of wall. Such walls are used in a variety of buildings and can be divided into two groups: (1) The high-rise shear walls and (2) The low-rise shear walls. An experimental investigation is carried out on six specimens representing reinforced concrete low-rise shear walls with boundary elements. The walls are subjected to a lateral reversed cyclic load. Detailed results of these tests are reported and discussed in this paper.

## INTRODUCTION

Cantilever shear walls have an important role in the design of earthquake resistant structures. In the event of severe earthquake, however, it is necessary for the shear wall to perform in a ductile manner, to ensure survival of the structure[6]. In contrast, squat shear walls with an aspect ratio (height / length) of one or less are considered to exhibit non-ductile behavior due to the possibility of a premature shear failure. Considerable research has been carried out on tall cantilever shear walls (walls with height-to-horizontal length ratio greater than one). Information available adequately describes the behavior of high-rise walls. It is known that decreasing the height-to-horizontal length ratio of shear walls increases shear strength[2]. However, the extent of this increase in strength was not known. Also, the contribution of vertical and horizontal web reinforcement to shear strength was not fully understood.

Only a limited work is relevant to shear resistance of such squat shear walls, especially, walls with boundary elements[2,7]. In addition, no satisfactory theoretical methods and design procedures are yet available to predict the behavior of squat shear walls and to assist the engineer in avoiding the undesirable consequences associated with shear failure[3, 4, 5, 6].

The present study is intended to give important insight into the shear behavior of low-rise structural walls. It is aimed to study the hysteretic behavior and to examine whether ductility of squat shear walls with boundary elements can be attained under reversed cyclic loading. The experimental program included six shear walls of one third scale of the full size prototype. The principal variables considered are the height-to-length ratio of the wall (H/L), the amount of wall flexural reinforcement, the presence of diagonal reinforcement, and finally the width of boundary elements (b). Table(1) lists the overall dimensions of the walls and the ranges of the investigated parameters. The walls have been fabricated and tested in the Concrete Research Laboratory at Faculty of Engineering, Cairo University.

* Lecturer, Structural Engineering Department, Cairo University.

Table 1 - Details of test specimens

| Speci-men | $f_{cu}$ | Wall | | Edge Column. | Reinforcement | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | H | L | b | Col. | Wall | | |
| No. | kg/cm$^2$ | (cm) | (cm) | (cm) | $\rho_c$ % | $\rho_v$ % | $\rho_h$ % | $A_{sd}$ (cm$^2$) |
| WF - 1 | 260 | 80 | 80 | 16 | 1.56 | .525 | .525 | 0.00 |
| WF - 2 | 280 | 80 | 80 | 16 | 1.56 | .938 | .525 | 0.00 |
| WF - 3 | 320 | 80 | 80 | 16 | 1.56 | .525 | .938 | 0.00 |
| WF - 4 | 300 | 80 | 80 | 16 | 1.56 | .781 | .438 | 1.56 |
| WF - 5 | 280 | 60 | 80 | 16 | 1.56 | .525 | .438 | 0.00 |
| WF - 6 | 295 | 80 | 80 | 24 | 1.17 | .938 | .525 | 0.00 |

## SPECIMENS DETAILS AND TEST PROGRAM

Six specimens of approximately one-third scale representing low-rise shear walls with boundary elements were tested. The walls were designated as WF-1, WF-2, WF-3, WF-4, WF-5, and WF-6, and they were designed according to ACI 318-95 Building Code[1].

The reinforcement details of the different walls are shown in fig.(1). Normal weight concrete, having a design compressive strength $f_{cu}$ of 250 kg/cm$^2$ was used for the specimens in this investigation. Concrete mix was of proportion 1 : 2.425 : 4.503 by weight. The water cement ratio was 0.60. Ordinary portland cement content of 300 kg/m$^3$ was used. The coarse aggregate had a maximum nominal size of 1.5 cm. The average

conditions to check their durability. The one repair mortar tested in this project was less carbonation resistant than the control sand-cement mortar. It may be that a different curing regime was needed to obtain the full potential of this repair mortar. The researchers are now seeking the manufacturers advice in this respect. Other repair systems are being tested and the results are promising. The performance of a repair mortar in relation to carbonation is not the most important criteria in some situations (especially if a coating is to be applied). Properties such as adhesion, shrinkage, thermal changes should also be considered.

*8. REFERENCES*


1- *Treadaway, K.W.J, "Durability of Steel in Concrete", Proceedings, Symposium on Corrosion of Steel Reinforcement in Concrete, Society of Chemical Industry, London, 1979, pp. 1-14.*

2- *Neville, A.M., "Corrosion of Reinforcement", Concrete (UK), June 1983, pp. 48-50.*

3- *El Sayed, H.A., "Case Study of an Early Failure of a Construction Due to Reinforcement Corrosion", Durability of Building Materials, Amsterdam, 1985, pp. 23-34.*

4- *Gouda, V.K., and Monfore, G.E., "A Rapid Method for Studying Corrosion Inhibitation of Steel in Concrete", J. PCA Res. Dev. Lab., 1965, 7:24-31.*

5- *Gouda, V.K., and Halaka, W.Y., "Corrosion and Corrosion Inhabitation of Reinforcing Steel : II Embedded in Concrete", British Corrosion Journal, 1970, 5: 204-208.*

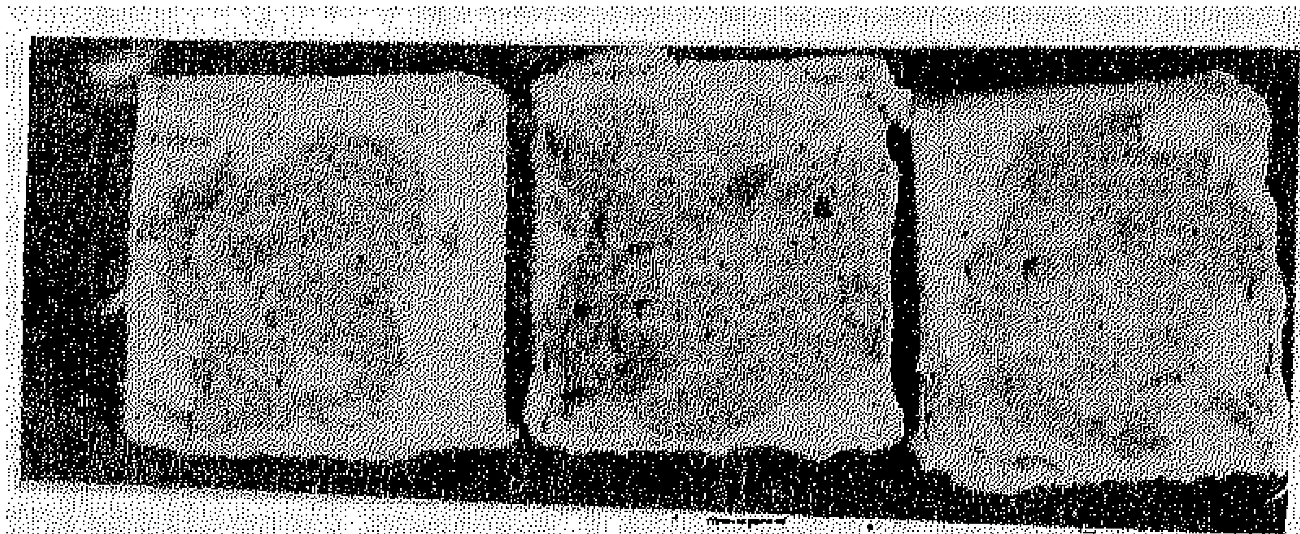
6- *Knofel, D., "Corrosion of Building Materials", Van Nostrand Reinhold, New York, 1975, pp. 25.*

7- *Haynes, J.M., "Stainless Steel Reinforcement", Civil Engineering, August 1984, pp. 23, 27-28.*

8- *Klopfer, H., "The Carbonation of External Concrete and How to Combat It", One Day Seminar on the Repair of Concrete Structures, Imperial College of Science and Technology. 11 November 1981.*

9- *Neville A.M. "Why We Have Concrete Durability Problems". ACI SP 100, Vol. 1, 1987, pp. 21-30.*

be used as a decorative coating, while C2 and C3 are colored coatings and can be used for decoration as well as for protection. C1, however, has the advantage of the ease of tool cleaning after coating.



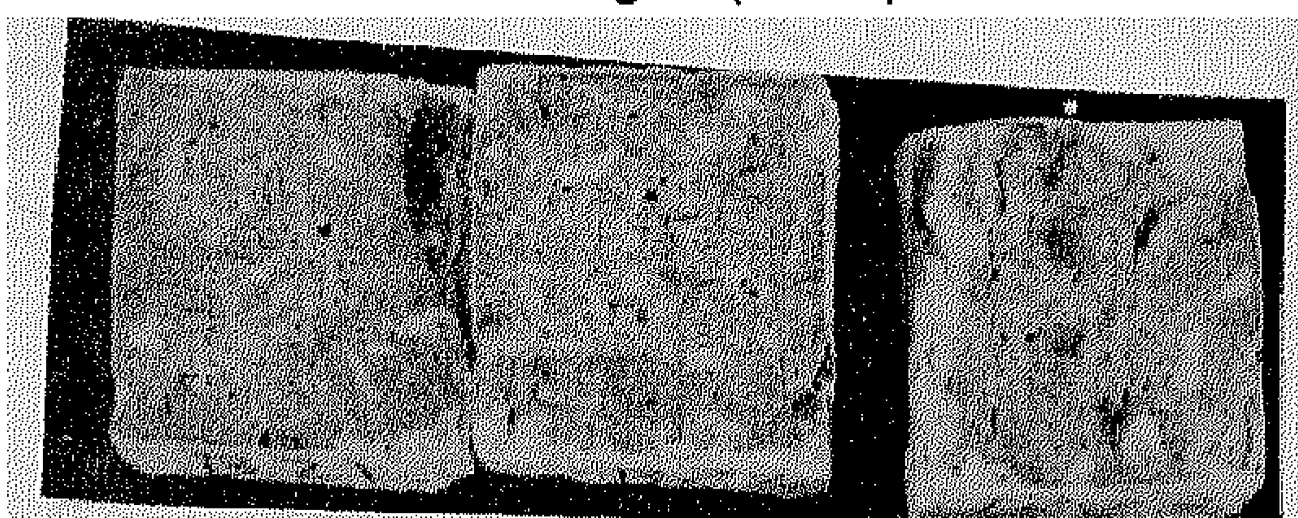
Coating C1



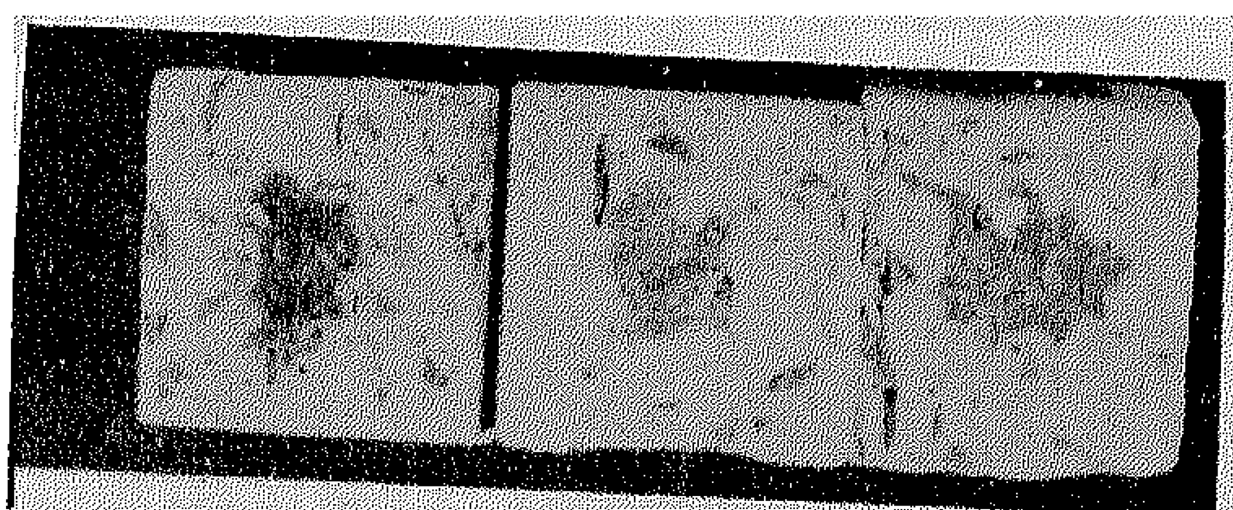
Coating C2



Coating C3 ( 1 coat )



Coating C3 ( 2 coats )



Control specimens

Fig. 3- Specimens of the surface coating investigation after exposure to $CO_2$ gas for 26 days

### 6.2 Test Results for the Repair Mortars Investigation

The test results are shown in Figure 4. A photograph for the specimens after an exposure period of 14 days is shown in Figure 5. The results indicate that the control mortar is more resistant to the diffusion of $CO_2$ gas than the commercial repair system.

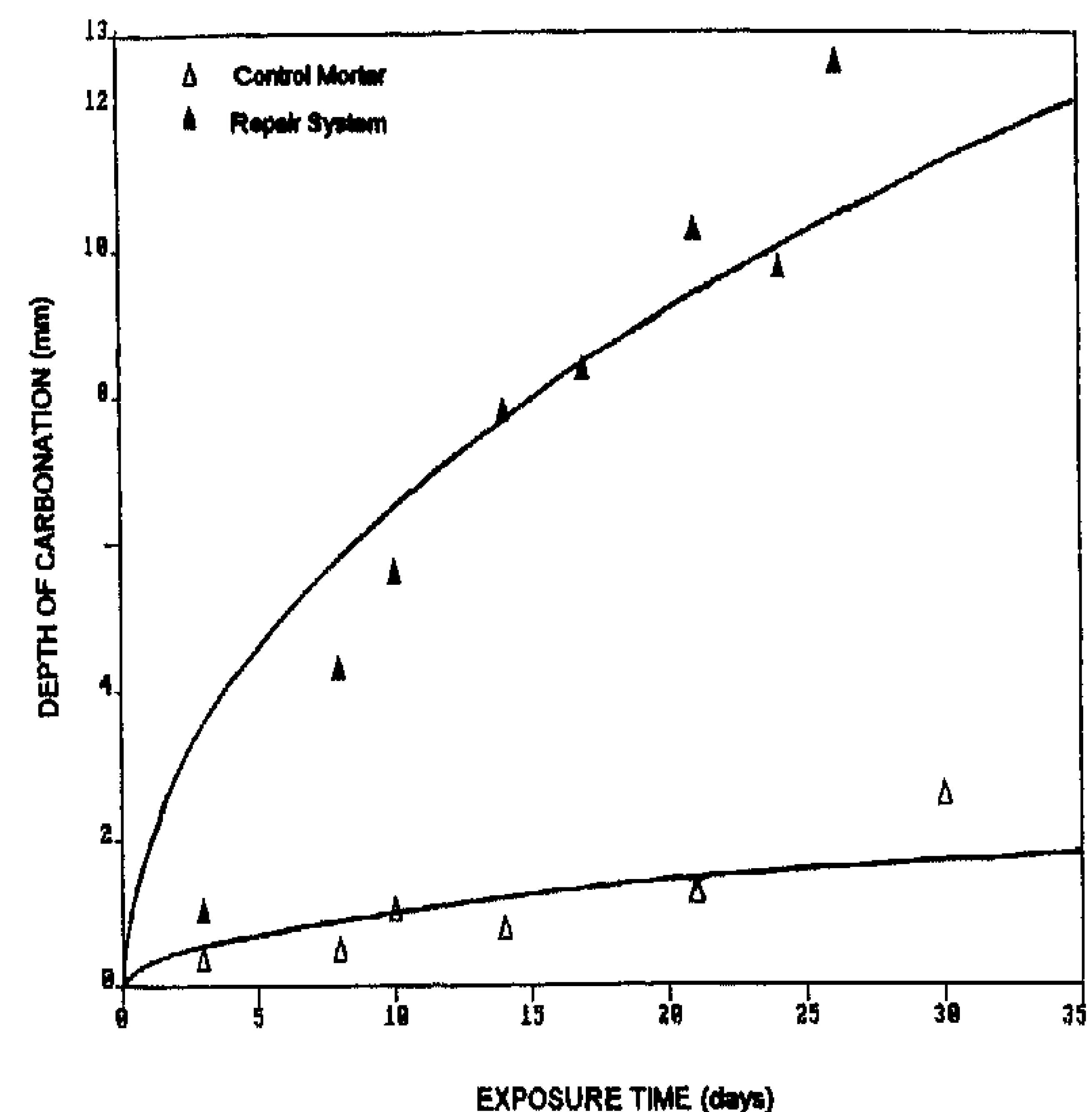
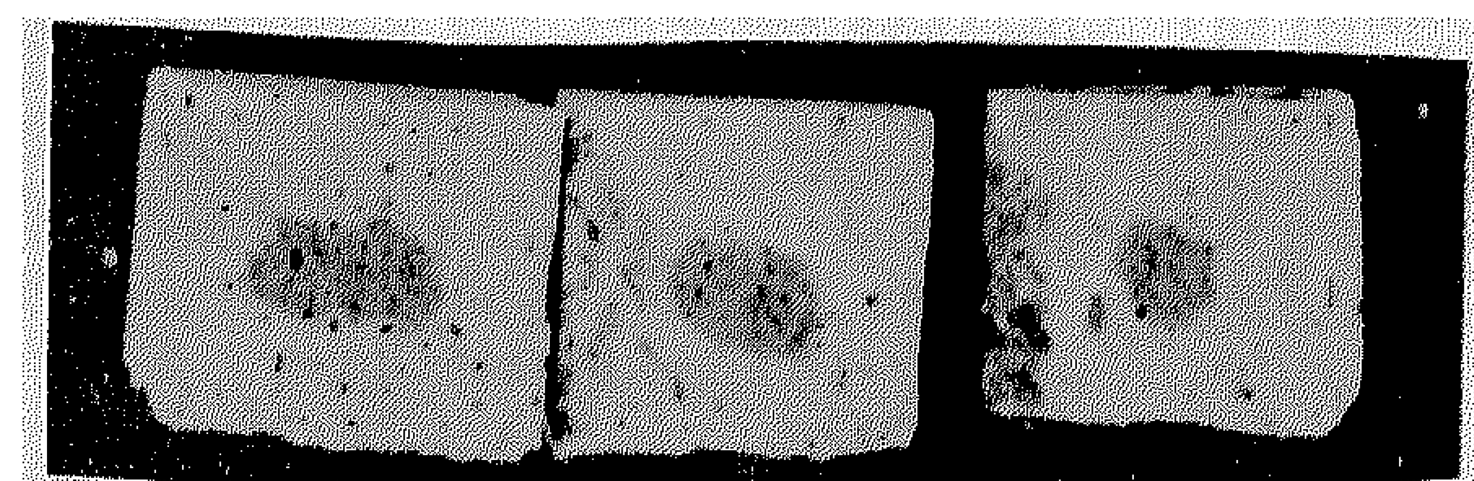



Fig. 4- Depth of carbonation vs. exposure time for the repair mortars investigation



Control mortar



Repair system

Fig. 5 - Specimens of the repair mortars investigation after exposure to $CO_2$ gas for 14 days

To compare the relative depths of carbonation experienced by the specimens consider an exposure period to $CO_2$ gas of 26 days. For this exposure period, the control specimens had a depth of carbonation of 1.57 mm, while the repair system had a depth of carbonation of 10.45 mm. The latter is 6.7 times greater than that experienced by the control specimens.

## 7. CONCLUSION, FUTURE RESEARCH, AND RECOMMENDATIONS

The application of a suitable surface coating with sufficient number of coats is effective in reducing the rate of carbonation as was demonstrated by the results of this investigation. In a future phase of this research project, coatings will be tested under outdoor exposure

successive coats in accordance with the manufacturers recommendation. The specimens were then left to dry in the laboratory for 1 day before placing in the carbonation chamber.

### 4.2 Preparation of Test Specimens for the Repair Mortars Investigation

The OPC (control) or the dry part of the repair system was mixed with sand thoroughly. Water or the liquid part of the repair system, respectively, was then added and mixing continued until uniformity was achieved. The specimens were cast in moulds with internal dimensions 25 x 25 x 300 mm then kept under wet burlap for 24 hours. The demoulded specimens were cured in water for 7 days before being placed in the carbonation chamber. A group of 3 specimens were prepared for each of the cement - sand mortar and the repair system.

## 5. APPARATUS AND TEST TECHNIQUE

The carbonation chamber is shown in Figure 1. It is a perspex box measuring 400 x 700 x 900 mm provided with a removable cover measuring 350 x 450 mm on the top side for handling the test specimens. $CO_2$ gas enters the chamber from a gas cylinder and is distributed by two rectangular copper pipes fixed to the internal top side of the chamber. For the carbonation reaction to proceed rapidly, the relative humidity RH% should be between 50 and 70%. The relative humidity inside the chamber was measured twice daily and regulated by passing $CO_2$ gas through a water flask before entering the chamber if the humidity was low. Alternatively Sodium Sulfate granules were placed inside the chamber if the humidity was high.

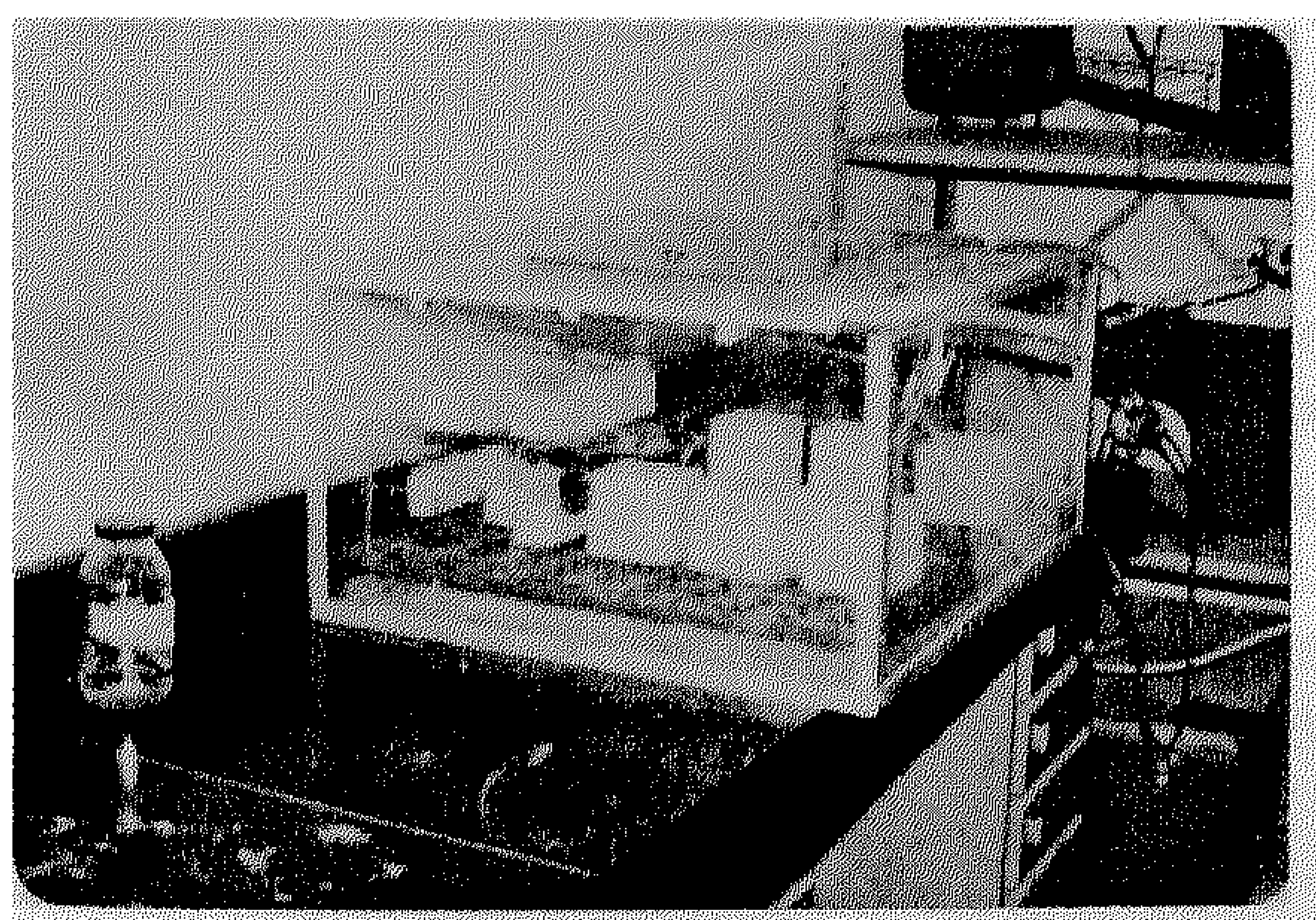


Fig. 1- The carbonation chamber

At various intervals the test specimens were taken out of the carbonation chamber and sliced transversely using a compression testing machine to expose an internal surface for carbonation depth measurements. The remaining part of each specimen was immediately returned to the carbonation chamber whilst the internal surface of the slice was sprayed with phenolphthalein solution to reveal the non carbonated core (turns pink). The depth of carbonation was measured on all sides of the slice and averaged for each specimen then for all specimen in a group.

## 6. RESULTS AND DISCUSSION

### 6.1 Test Results for Surface Coatings Investigation

The test results are shown in Figure 2. Photographs for specimens exposed to $CO_2$ gas for a period of 26 days are shown in Figure 3. The results indicate that the application of surface coatings will reduce the rate of concrete carbonation. C2 coating was found to be the most efficient in this respect. This may be due to the fact that three coats were used, as recommended by the manufacturer (i.e. a primer and two top coats). It was found that two coats of C3 are about 3.5 times more resistant to $CO_2$ gas diffusion than only one coat.

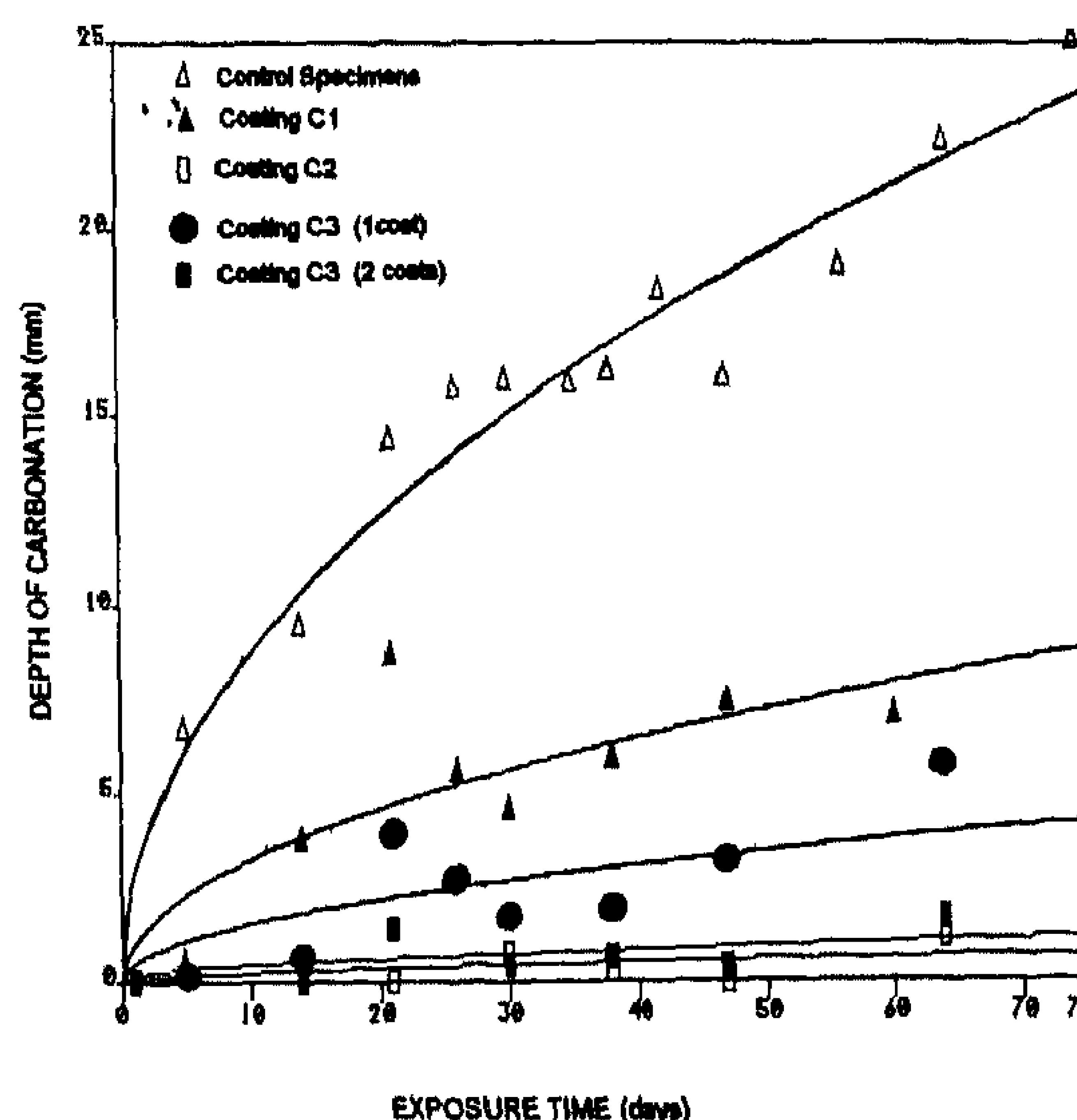



Fig. 2- Depth of carbonation vs. exposure time for the surface coatings investigation

To compare the relative depths of carbonation, consider an exposure period to $CO_2$ gas of 60 days. For this exposure period, the control specimens had a depth of 21.23 mm, while those coated with C1, C2, C3 (one Coat) and C3 (two Coats) had depths of carbonation of 7.95, 0.61, 3.81 and 1.05 mm, respectively. These depths were 37.4, 2.9, 17.9 and 4.9% of the depth experienced by the control specimens, respectively.

It should be noted that the appearance of the coatings was different. C1 is a transparent coating that shows all the surface defects of concrete, thus it cannot

coatings or repair mortars are assessed to ensure their suitability.

The objective of the work reported herein is to study the effect of some commercially available surface coatings and a repair mortar on the rate of concrete carbonation. A simple carbonation chamber is described which facilitates carrying out tests with little cost. The results constitute a pilot into using the technique.

## 3. MATERIALS

### 3.1 Cement

Locally produced Ordinary Portland Cement (OPC) according to the Egyptian Standards was used throughout the investigation.

### 3.2 Fine Aggregates

Natural sand was used in preparing the test specimens. The sand was washed using tap water, then oven dried at $90^{o}$ C for 72 hours. Sieve analysis is shown in Table 1 and other properties are shown in Table 2.

### 3.3 Coarse Aggregates

Crushed gravel having a maximum size of 10 mm was used. The preparation of the gravel was similar to that of the sand. Sieve analysis is shown in Table 3 and other properties are in Table 2.

Table 1- Sieve analysis for fine aggregates

| Sieve size (mm) | % Retained | Cummulative % retained | % Passing |
|---|---|---|---|
| 4.75 | 0.00 | 0.00 | 100.0 |
| 2.36 | 0.00 | 0.00 | 100.0 |
| 1.18 | 5.00 | 5.00 | 95.0 |
| 0.60 | 16.00 | 21.00 | 79.0 |
| 0.30 | 52.00 | 73.00 | 27.0 |
| 0.15 | 23.00 | 96.00 | 4.0 |
| pan | 4.00 | 100.00 | 0.0 |
| Total | 100.00 | F.M. = 1.95 | |

Table 2- Properties of fine and coarse aggregates

| Property | Fine aggregates | Coarse aggregates |
|---|---|---|
| Water content (%) | 0.073 | 0.065 |
| Apparent specific gravity | 2.89 | 2.68 |
| Gross specific gravity | 2.84 | 2.62 |
| Absorption (%) | 0.91 | 1.36 |
| Dry unit weight ( $Kg/m^3$) | | 1340 |

Table 3- Sieve analysis of coarse aggregates

| Sieve size (mm) | % Retained | Cummulative % retained | % Passing |
|---|---|---|---|
| 9.50 | 1.00 | 1.00 | 99.00 |
| 4.75 | 88.00 | 89.00 | 11.00 |
| 2.36 | 11.00 | 100.00 | 0.00 |
| Total | 100.00 | | |

### 3.4 Water

Tap water was used for mixing and curing test specimens.

### 3.5 Surface Coatings

Three brands of surface coatings were used. The first, which will be referred to as C1, is a Styrene Butadiene latex manufactured in the UK. The second coating (C2) is an Ethylene copolymer dispersion. It is claimed to be an elastic crack-bridging protective coating and consists of primer and top coat. The third coating (C3) is a cosmetic coating with protective properties. Both C2 and C3 are manufactured in Germany.

### 3.6 Repair Mortars

Two repair mortar mixes were tested. The first was a control sand-cement mortar with the following proportions: OPC : Sand : Water = 1 : 2.75 : 0.5. The second was a resin modified hydraulically reacting mortar system manufactured in the UK. The system was supplied in two parts, dry and liquid. The repair mortar was mixed in accordance with the manufacturer's recommendations and the proportions were Dry: Sand : Liquid = 1 : 2 : 4.

## 4. PREPARATION OF TEST SPECIMENS

### 4.1 Preparation of Test Specimens for Surface Coatings Investigation

The mix proportions for the concrete specimens, which were to be treated with the surface coatings, were Water : OPC : Sand : Gravel = 0.7 : 1 : 3 : 2. The mixing was carried out by hand. The aggregates were mixed first, followed by OPC then water. The mix was left to stand for two minutes then remixed. Moulds with internal dimensions 50 x 50 x 300 mm were used in casting the specimens. The moulded specimens were kept under wet burlap and polythene sheets for 24 hours. The demoulded specimens were cured in water for 3 days and then left to dry in the laboratory for 2 hours. The specimens were divided into groups of three. The groups were either left without any coatings (control), coated with 2 coats of C1, coated with a primer and 2 top coats of C2, coated with 1 or 2 coats of C3. Suitable time intervals were allowed between

# A STUDY OF SOME NEW CARBONATION RESISTANT MATERIALS

By
**Hanaa I. El Sayad***


## 1. ABSTRACT

The repair of carbonated concrete or the prevention of concrete carbonation is a major concern to practitioners. If concrete in a particular environment suffers serious damage due to carbonation, then it must be replaced by a superior substance or protected from further CO2 ingress. New " carbonation resistant" materials are being introduced to the market every day. It is important that engineers investigate these materials prior to use to ensure their suitability for the application in question. The work reported here examines the performance of three commercial surface coating and a repair mortar. The results are applicable to the materials tested only and are part of a long term research project.


## 2. INTRODUCTION

Generally, steel is well protected from corrosion when embedded in concrete. The protection conferred by the concrete cover comes in two ways, chemical resulting from the formation of an alkaline environment, and physical by providing a barrier to prevent ingress of moisture, oxygen and acidic gases and aggressive anions (1,2). The liquid phase in concrete is highly alkaline with pH value of 12 to 13 (3). It was shown (4,5) that complete protection for the reinforcement is obtained when the pH value is greater than 11.5 in the absence of aggressive ions such as $Cl^-$, $(SO_4)^{2-}$, and $S^{2-}$, this critical pH value is increased linearly with the logarithm of aggressive ion concentration according to:

$$pH = a + b \log c$$

where a and b are constants and c is the concentration of the aggressive ion (6).

**Keywords:** Concrete, Carbonation, Coating, Repair, Corrosion.

The pH value of the concrete drops when calcium hydroxide (free lime) is removed from the pore solution by the process of the reaction of calcium hydroxide with atmospheric $CO_2$ (i.e carbonation). In chemical symbols the process is as follows:



$$Ca(OH)_2 + CO_2 \text{ -------- } CaCO_3 + H_2O$$

In the middle east, a carbonation depth of 70 mm has been measured (7) after 12 years, and 15-20 mm depth after 7 years of exposure.

Carbonation and the resulting reinforcing steel corrosion have become wide spread recently, because of the following reasons:

1- Only since 1950 concrete was used extensively as external concrete, previously it was always covered with other layers.

2- Engineers have been using the values for reinforcement cover given in the codes as mean values, while they are actually minimum recommended values.

3- The increased air pollution problems resulting in an increase in $CO_2$ and aggressive ions concentration in the atmosphere (8).

4- Advances in cement manufacturing processes have lead to the use of lower cement contents and more slender cross sections (9).

It can be assumed (7) that the carbonation of concrete from the point of view of the protection of reinforcing steel will be delayed to an adequate extent if the diffusion resistance to $CO_2$ of surface coating that is to be applied is increased. If unfortunately carbonation proceeds and reinforcement corrosion takes place in a particular environment, then carbonated concrete should be removed and replaced with superior material (referred to here as repair mortar) after cleaning and if necessary the damaged steel is replaced or enforced with additional bars. It is important that these surface

* Lecturer, Civil Engineering Dept., Cairo University, Fayoum Branch.

# CONTENTS

JOURNAL OF THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS

28 Ramsis St. Cairo ARE Tel: 5740488

VOL. 35 ISSUE No. 4 - 1996 ISSN 1110 - 1253



INSTRUCTIONS FOR AUTHORS OF ARTICLES

* Issued quarterly - Contributors are invited to submit material for editorial consideration addressed to the Editor.
* The Journal publishes articles contributing to the advancement of engineering science and applications.
* Scientific articles may be typewritten in Arabic or English and should start with abstracts in both languages.
* Authors' names should be given in full, in both languages, together with their academic titles and professional occupations
* The Journal does not hold itself responsible for the opinions or the contents expressed by the authors.
* Articles may not exceed 8 pages. In this respect, mathematical derivations may be abreviated and tables replaced by curves.
* Curves to be drawn on tracing paper, and to occupy half a page at most. Exceptionally, full page curves or plates are admitted. Curves presented will be scaled down to these sizes. Figures and lettering on curves should not be less than 3 mm even after scaling down.
* References to be given at the end of each article and classified alphabetically according to author's name followed by the name of the journal or book and the date of issue.

## Yearly Subscriptions

### Inland:

| | |
|---|---|
| Engineers | 20 L. E. |
| Non - Engineers | 50 L. E. |
| Organisations | 500 L. E. |

### Abroad

| | |
|---|---|
| Individuals | 75 US $ |
| Organisations | 500 US $ |